

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(43) Дата международной публикации
07 февраля 2019 (07.02.2019)

WIPO



(10) Номер международной публикации
WO 2019/027347 A1

- (51) Международная патентная классификация :
C22C 19/05 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки : PCT/RU2017/001014
- (22) Дата международной подачи :
29 декабря 2017 (29.12.2017)
- (25) Язык подачи : Русский
- (26) Язык публикации : Русский
- (30) Данные о приоритете :
2017127607 01 августа 2017 (01.08.2017) RU
- (71) Заявители : АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ЧЕ-
ПЕЦКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД" (**STOCK
COMPANY "CHERETSKY MECHANICAL
PLANT"**) [RU/RU]; ул. Белова, 7, Глазов, Удмуртская
Республика, 427622, Glazov, Udmurtskaya Respublika
(RU). АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НАУКА
И ИННОВАЦИИ" (**JOINT STOCK COMPANY
"SCIENCE AND INNOVATIONS"**) [RU/RU]; Старо-
монетный пер., 26, Москва, 119180, Moscow (RU).
ШИПУЛИН, Сергей Александрович (**SHIPULIN,
Sergey Aleksandrovich**) [RU/RU]; ул. Сибирская, 37, кв.
176, Глазов, Удмуртская Республика, 427628, Glazov,
Udmurtskaya Respublika (RU).
- (72) Изобретатели : АСЕЕВ, Михаил Анатольевич
(**ASEEV, Mikhail Anatol'evich**); ул. Планерная, 20,
корп. 1, кв. 211 Москва, 123481, Moscow (RU). БЕ-
ЛИКОВ, Сергей Владимирович (**BELIKOV, Sergei
Vladimirovich**); ул. Карла Маркса, 50, кв. 17, Екате-
ринбург, 620026, Ekaterinburg (RU). ДЕДОВ, Кирилл
Владимирович (**DEDOV, Kirill Vladimirovich**); ул.
Карла Маркса, 5, кв. 73, Глазов, Удмуртская Респуб-
лика, 427628, Glazov, Udmurtskaya Respublika (RU).
КРИЦКИЙ, Александр Александрович (**KRITSKIY,
Aleksandr Aleksandrovich**); ул. Карла Маркса, 5,
кв. 73, Глазов, Удмуртская Республика, 427628,
Glazov, Udmurtskaya Respublika (RU). МИТЮКОВ,
Рашид Амирович (**MITYUKOV, Rashid Amirovich**);
ул. Республиканская, 18, кв. 10, Глазов, Уд-
муртская Республика, 427620, Glazov, Udmurtskaya

Respublika (RU). ПАНТЮХИН, Александр Павло-
вич (**PANTYUKHIN, Aleksandr Pavlovich**); ул. Но-
вогиреевская, 10, кв. 58, Реутов, Московская обл.,
143964, Reutov, Moskovskaya obl. (RU). ПОЛОВОВ,
Илья Борисович (**POLOVOV, Il'ya Borisovich**); ул.
Волгоградская, 184, кв. 9, Екатеринбург, 620102,
Ekaterinburg (RU). СКИБА, Константин Влади-
мирович (**SKIBA, Konstantin Vladimirovich**); ул. Че-
пецкая, 9, кв. 46, Глазов, Удмуртская Республика,
427621, Glazov, Udmurtskaya Respublika (RU). ХАРИН,
Пётр Алексеевич (**KHARIN, Petr Alekseevich**); ул.
Артековская, 2, корп. 2, кв. 369, Москва, 117452,
Moscow (RU). ЧИНЕЙКИН, Сергей Владимиро-
вич (**CHINEIKIN, Sergey Vladimirovich**); ул. Перво-
майская, 8, кв. 19, Глазов, Удмуртская Республика,
427620, Glazov, Udmurtskaya Respublika (RU). ШЕВА-
КИН, Александр Фёдорович (**SHEVAKIN, Aleksandr
Fedorovich**); проезд Дежнёва, 11, корп. 1, кв. 51,
Москва, 127642, Moscow (RU).

(74) Агент : ЧЕРНЫХ, Илья Владимирович
(**CHERNYKH, Ilya Vladimirovich**); Госкорпорация
"Росатом", Блок по управлению инновациями, ул. Боль-
шая Ордынка, 24, Москва, 119017, Moscow (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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, 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 патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: CORROSION-RESISTANT ALLOY

(54) Название изобретения : КОРРОЗИОННОСТОЙКИЙ СПЛАВ

(57) Abstract: The invention relates to metallurgy and more particularly to nickel-based alloys intended for use in aggressive oxidising environments. The present nickel-based corrosion-resistant alloy contains: ≤ 0.006 wt.% carbon, ≤ 0.1 wt.% silicon, ≤ 1.0 wt.% man-
ganese, 22.8-24.0 wt.% chromium, ≤ 0.75 wt.% iron, 12.0-14.0 wt.% molybdenum, 0.01-0.03 wt.% niobium, 0.01-0.06 wt.% titanium,
0.1-0.2 wt.% aluminium, 0.005-0.01 wt.% magnesium, ≤ 0.015 wt.% phosphorus and < 0.012 wt.% sulphur, with the remainder being
nickel and unavoidable impurities.

(57) Реферат : Изобретение относится к металлургии, а именно к сплавам на никелевой основе, предназначенным для экс-
плуатации в агрессивных окислительных средах. Коррозионностойкий сплав на никелевой основе содержит, мае. %: углерод
 $< 0,006$, кремний $< 0,1$, марганец $\leq 1,0$, хром 22,8-24,0, железо $< 0,75$, молибден 12,0-14,0, ниобий 0,01-0,03, титан 0,01-0,06, алю-
миний 0,1-0,2, магний 0,005-0,01, фосфор $< 0,015$, сера $< 0,012$, никель и неизбежные примеси - остальное.



WO 2019/027347 A1

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).

Опубликована :

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Коррозионностойкий сплав

Изобретение относится к металлургии, к сплавам на никелевой основе, предназначенным для эксплуатации в агрессивных окислительных средах.

Известен коррозионностойкий сплав Nicrofer 6616 hMo сплав С-4 (N°2.4610), содержащий мас. %: 14,5-17,5 Cr, 14,0-17,0 Mo, <3,0 Fe, <0,009 C, <1,0 Mn, <0,05 Si, <2,0 Co, <0,7 Ti, <0,020 P, <0,010 S, никель и неизбежные примеси остальное (Справочник «Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы», М., Прометей-Сплав, 2008 г., стр. 304 - 306).

Сплав применяется для изготовления оборудования, эксплуатируемого в широком диапазоне химических сред, при комнатной и повышенной температурах. В частности - для адсорберов при десульфурации дымовых газов; ванн травления и установок регенерации кислот; установок для производства уксусной кислоты и агрохимикатов.

Наиболее близким аналогом настоящего изобретения является сплав ХН65МВУ (ЭП760) содержащий, мас. %: <0,02 C, <0,1 Si, <1,0 Mn, 14,5-16,5 Cr, 15,0-17,0 Mo, 3,0-4,5 W, <0,5 Fe, <0,012 S, <0,015 P, никель и неизбежные примеси остальное (ГОСТ 5632-2014 - прототип).

Сплав применяется для изготовления сварных конструкций (колонны, теплообменники, реакторы), работающих при повышенных температурах в агрессивных средах окислительно-восстановительного характера, в химической, нефтехимической промышленности (производство уксусной кислоты, эпоксидных смол, винил ацетата, меламина, сложных органических соединений) и других отраслях в интервале температур от -70 до 500°C.

Сплав марки ХН65МВУ и его сварные соединения могут применяться в средах KCl-AlCb-ZrCU только до 500°C, т.к. при температуре выше указанного значения у сплава помимо межкристаллитной коррозии и коррозионного растрескивания происходит резкое снижение относительного удлинения с 48% до 7,3-13% при 550°C и до 2,5% при 625°C и проявляется охрупчивание металла при приложении деформации.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание сплава обладающего высоким уровнем коррозионных свойств при температуре до T = 650°C в рабочих средах хлоридных установок (KCl-AlCU-ZrCLt).

Технический результат изобретения заключается в получении сплава с повышенным уровнем пластических свойств при эксплуатации в диапазоне температур от 550°C до

625°C и повышенной стойкостью против коррозионного растрескивания в расплавах хлоридов KCl , $AlCl_3 + (ZrCl_4 \text{ HfCl}_4)$, при температуре до 650°C.

Указанный технический результат достигается тем, что сплав, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, молибден, фосфор, серу, железо, никель и неизбежные примеси, согласно изобретению дополнительно содержит титан, алюминий, ниобий, магний в следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	≤0,006
Кремний	≤0,1
Марганец	≤1,0
Хром	22,8-24,0
Железо	≤0,75
Молибден	12,0-14,0
Ниобий	0,01-0,03
Титан	0,01-0,06
Алюминий	0,1-0,2
Магний	0,005-0,01
Фосфор	≤0,015
Сера	≤0,012
Никель и неизбежные примеси	остальное

Для получения стабильной структуры и пластических свойств предпочтительно, чтобы содержание хрома, молибдена и железа было связано соотношением:

$$\frac{[Cr] + [Mo]}{[Fe]} \geq 46,4 \quad (1) \quad (\text{отношение суммарного массового процентного содержания хрома и молибдена к процентному содержанию железа не менее 46,4})$$

Для получения стабильной структуры и высоких коррозионных свойств предпочтительно, чтобы содержание ниобия и углерода было связано соотношением:

$$\frac{[Nb]}{[C]} \geq 1,66 \quad (2) \quad (\text{отношение массового процентного содержания ниобия к массовому процентному содержанию углерода не менее 1,66}).$$

Оптимально, чтобы содержание хрома, молибдена, железа, ниобия и углерода было связано соотношениями:

$$\frac{[Cr] + [Mo]}{[Fe]} \geq 46,4 \quad (1)$$

$$\text{при } \frac{[Nb]}{[C]} \geq 1,66 \quad (2).$$

Сопоставительный анализ с прототипом позволяет сделать вывод, что заявляемый сплав отличается от известного пониженным содержанием углерода ($\leq 0,006\%$ вместо $\leq 0,02$), молибдена (12,0-14,0% вместо 15,0-17,0%), повышенным содержанием хрома (23,0-24,0% вместо 14,5-16,5%), железа ($\leq 0,75\%$ вместо $\leq 0,5\%$) не содержит вольфрам, а также - дополнительным введением таких элементов, как ниобий в количестве 0,01-0,03%, титан в количестве 0,01-0,06%, алюминий в количестве 0,1-0,2% и магний в количестве 0,005-0,01%.

При этом в частных случаях осуществления изобретения выполняются заявленные соотношения элементов:

$$\frac{[Cr] + [Ti]}{[Fe]} \geq 46,4;$$

или

$$\frac{[Nb]}{[C]} \geq 1,66$$

$$\text{или } \frac{[Cr] + [Ti]}{[Fe]} \geq 46,4 \text{ при } \frac{[Nb]}{[C]} \geq 1,66.$$

Пределы содержания легирующих элементов в заявляемом сплаве установлены в результате исследования свойств сплавов с различными вариантами состава.

Превышение содержания углерода более 0,006% приводит к снижению коррозионной стойкости в растворах солей циркония и гафния за счет увеличения процесса карбидообразования при высоких температурах (появления нежелательных карбидных фаз).

Содержание хрома установлено 22,8 – 24,0 % для обеспечения требуемой жаростойкости в средах оксидов гафния и циркония. При введении в сплав хрома менее 22,8 % не обеспечивается требуемая жаростойкость, а превышение содержания свыше 24,0% ухудшает жаропрочность сплава.

Введение молибдена в никелевые сплавы повышает температуру рекристаллизации твердых растворов, тормозит их разупрочнение, повышает жаропрочность и приводит к увеличению пластичности при кратковременных и длительных испытаниях.

Диапазон содержания молибдена 12,0-14,0% выбран для обеспечения требуемых механических свойств как при кратковременных, так и при длительных нагрузках и высоких температурах. При введении менее 12,0% молибдена не обеспечиваются требования по механическим свойствам. При содержании свыше 14,0% происходит уменьшение пла-

стичности и соответственно ухудшение технологичности сплава при металлургических переделах .

Ниобий в количестве 0,01-0,03%, связывает остаточный углерод и азот в карбиды , нитриды и карбонитриды , препятствует образованию по границам зерен карбидов и карбонитридов хрома . Добавка ниобия в количестве , в 6— 10 раз превышающем содержание углерода в сплаве , устраняет межкристаллитную коррозию сплавов и предохраняет сварные швы от разрушения . При содержании ниобия менее 0,01% его взаимодействие с остаточным углеродом малоэффективно , а содержание ниобия свыше 0,03 % не рационально для карбидообразования .

Превышение содержания кремния свыше 0,1% негативно сказывается на технологичности сплава , а также приводит к охрупчиванию сплава из-за увеличения содержания в нём включений силикатов кремния .

Повышение содержания марганца более 1,0% приводит к появлению легкоплавкой эвтектики , которая приводит к разрушению слитка при обработке давлением и снижает жаропрочность сплава , а также приводит к снижению стойкости против локальной коррозии .

Никель устойчив в HCl даже при температуре кипения . Однако , в присутствии хлоридов , ионов Fe(III) и других окислителей коррозия никеля и никельхром молибденовых сплавов усиливается , с этим связано ограничение содержания железа не более 0,75 % .

Введение титана в количестве 0,01-0,06% повышает коррозионную стойкость в расплавах солей циркония и гафния , связывает остаточный углерод в карбиды и приводит к образованию достаточного количества интерметаллида типа Ni_3Ti , который при температуре эксплуатации 500-700°C положительно влияет на жаропрочность сплава . При содержании титана менее 0,01% не обеспечиваются требования по коррозионной стойкости , а превышение содержания титана выше 0,06% приводит к снижению технологичности сплава и образованию нежелательных фаз в силу реакционной способности титана .

Алюминий и магний в количестве 0,1-0,2% и 0,005-0,01% вводятся в сплав для выведения остаточного кислорода , а также , что касается алюминия , для образования интерметаллида типа Ni_3Al , который положительно влияет на жаропрочность сплава . При введении данных элементов в количествах , менее указанных , не достигается необходимое удаление остаточного кислорода . При превышении содержания данных элементов происходит образование грубых неметаллических включений .

При превышении содержания серы более 0,012% и фосфора более 0,015% происходит образование грубых неметаллических включений, которые отрицательно влияют на пластичность сплава.

В условии $\frac{[Cr] + [I i]}{[Fe]} \geq 46,4$ при уменьшении отношения ниже 46,4 структура

сплава становится менее стабильной (происходит выделение сигма-фазы), что оказывает негативное влияние на пластические характеристики и коррозионную стойкость.

В условии $\frac{[Nb]}{[C]} \geq 1,66$ при отношении менее 1,66 происходит снижение коррози-

онной стойкости сплава.

Предлагаемые соотношения элементов в сплаве были найдены экспериментальным путем и являются оптимальными, поскольку позволяют получить заявленный комплексный технический результат. При нарушении соотношений элементов ухудшаются свойства сплава, наблюдается их нестабильность и комплексный эффект не достигается.

Примеры реализации изобретения.

Слитки сплавов выплавляли в вакуумных индукционных печах. Контроль изменения пластических свойств исследуемых сплавов под воздействием температур 550°C и 625°C после длительных выдержек в печи более 1000 ч. проводили методом изгиба образцов до угла 90 градусов и более по ГОСТ 14019-2003. Промышленные испытания сплавов на стойкость против коррозионного растрескивания проводили в расплавах хлоридов KCl, AlCl₃ + (ZrCl₄ HfCl₄)

В таблице 1 приведен химический состав слитков сплавов с различными вариантами состава, а также сплава-прототипа. В таблице 2 приведены результаты определения пластических свойств сплавов, указанных в таблице 1, путем изгиба на угол 90 градусов по ГОСТ 14019-2003. В таблице 3 представлены результаты промышленных испытаний сплавов, указанных в таблице 1, на стойкость против коррозионного растрескивания в расплавах хлоридов KCl, AlCl₃ + (ZrCl₄ HfCl₄), 100 ч., при T = 650°C.

Как видно из таблиц 1, 2 пластические свойства при 550 и 625°C сплава, удовлетворяющего заявляемому составу (сплавы 1, 2), выше свойств сплава – прототипа, сплав 3, не удовлетворяющий заявляемому составу, имеет более низкие пластические характеристики, чем сплавы 1, 2, что приводит к образованию трещин в результате испытаний на изгиб по ГОСТ 14019-2003.

Как видно из таблицы 3, скорость коррозии сплавов (сплавов 1, 2), удовлетворяющих заявляемому составу, ниже скорости коррозии сплава-прототипа, визуальный осмотр

трещин не выявил, в отличие от сплава-прототипа. Скорость коррозии сплава 3, не удовлетворяющего заявленному составу, превышает скорость коррозии сплавов 1, 2 (однако ниже скорости коррозии сплава-прототипа), визуальный осмотр выявил трещину в образце.

Таблица 1 - Химический состав исследованных сплавов

Сплав	C	Mn	Si	Mo	Cr	Nb	S	P	Fe	Ti	Al	W	Ni и неиз- бежные примеси	Соотношение (1)	Соотношение (2)
Сплав 1	0,0011	0,55	0,07	13,0	23,3	0,03	0,0028	0,01	0,54	≤0,01	0,1	-	ост.	67,2	27,27
Сплав 2	0,0058	0,31	0,10	13,1	22,9	0,02	0,005	0,005	0,75	0,05	0,1	-	ост.	48,0	3,45
Сплав 3	0,009	0,65	0,10	12,5	23,6	0,01	0,008	0,009	0,84	0,04	0,1	-	ост.	42,98	1,11
Сплав по прототипу	0,017	0,63	0,08	16,2	15,6	-	0,006	0,009	0,45	-	-	3,7	ост.	-	-

Таблица 2 - Результаты определения пластических свойств путем изгиба на угол 90 градусов по ГОСТ 14019-2003

Сплав	Температура выдержки, °C			
	550°C		625°C	
	Время выдержки, ч.	Результат загиба образцов	Время выдержки, ч.	Результат загиба образцов
Сплав по прототипу	720	Образец разрушился	720	Образец разрушился
	1000	Трещин нет	1000	Трещина
	2065	Трещина	2065	Трещина
Сплав 1	720	Трещин нет	720	Трещин нет
	1000	Трещин нет	1000	Трещин нет
	2065	Трещин нет	2065	Трещин нет
Сплав 2	720	Трещин нет	720	Трещин нет
	1000	Трещин нет	1000	Трещин нет
	2065	Трещин нет	2065	Трещин нет
Сплав 3	720	Трещин нет	720	Трещин нет
	1000	Трещин нет	1000	Трещина
	2065	Трещина	2065	Трещина

Таблица 3 - Результаты промышленных испытаний сплавов на стойкость против коррозионного растрескивания в расплавах хлоридов KCl, AlCl₃ + (ZrCl₄ HfCl₄), 100 ч., при T = 650°C

Сплав	Визуальный осмотр. Наличие трещин после испытаний	Скорость коррозии, мм/год
Сплав по прототипу	Трещина в образце. Язвенная коррозия в образце глубиной до 0,1-0,2 мм	0,50
Сплав 1	Нет трещин Язвенная коррозия в образце металле глубиной до 0,1-0,2 мм	0,16
Сплав 2	Нет трещин Язвенная коррозия в образце глубиной до 0,1-0,2 мм	0,21
Сплав 3	Трещина в образце. Язвенная коррозия в образце глубиной до 0,1-0,2 мм	0,45

Формула изобретения

1. Коррозионностойкий сплав на никелевой основе, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, молибден, фосфор, серу, железо, никель и неизбежные примеси, отличающийся тем, что он дополнительно содержит титан, алюминий, ниобий, магний в следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	<0,006
Кремний	<0,1
Марганец	<1,0
Хром	22,8-24,0
Железо	<0,75
Молибден	12,0-14,0
Ниобий	0,01-0,03
Титан	0,01-0,06
Алюминий	0,1-0,2
Магний	0,005-0,01
Фосфор	≤0,015
Сера	≤0,012

Никель и неизбежные примеси

остальное.

2. Сплав по п.1, отличающийся тем, что содержание хрома, молибдена и железа связано соотношением:

$$\frac{[Cr] + [\dot{I} \dot{i}]}{[Fe]} \geq 46,4.$$

3. Сплав по п.1, отличающийся тем, что содержание ниобия и углерода связано соотношением:

$$\frac{[Nb]}{[C]} \geq 1,66.$$

4. Сплав по п.1, отличающийся тем, что содержание хрома, молибдена и железа связано соотношением:

$$\frac{[Cr] + [\dot{I} \dot{i}]}{[Fe]} \geq 46,4$$

а содержание ниобия и углерода соотношением ;

$$\frac{[Nb]}{[C]} \geq 1,66.$$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2017/001 014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C1 9/05 (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)

C22C 19/00, 19/03, 19/05

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, PAJ, Espacenet, ScienceDirect, WIPO, USPTO

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 200300491 55 A 1 (LEE M. PIKE JR. et al.) 13.03.2003, paragraphs [0002], the claims, Tables 1, 2	1-4
A	US 5855699 A (DAIDO TOKUSHUKO KABUSHIKI KAISHA et al.) 05.01.1999	1-4
A	US 4906437 A 1 (VDM NICKEL-TECHNOLOGIE AKTIENGESELLSCHAFT) 06.03.1990	1-4
A	GB 2405643 A (HAYNES INTERNATIONAL INC) 09.03.2005	1-4
A	RU 2440876 C 1 (STARCHENKO EVGENII GRIGOREVICH et al.) 27.01.2012	1-4

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

23 April 2018 (23.04.2018)

Date of mailing of the international search report

07 June 2018 (07.06.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>c22c19/05 (2006.01)</i>		
Согласно Международной патентной классификации МПК		
B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) c 22c 19/00, 19/03, 19/05		
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, PAJ, Espacenet, ScienceDirect, WIPO, USPTO		
C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ :		
Категория *	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	US 20030049155 A 1 (LEE M. PIKE JR. и др.) 13.03.2003, абз. [0002], формула, Таблицы 1, 2	1-4
A	US 5855699 A (DAIDO TOKUSHUKO KABUSHIKI KAISHA и др.) 05.01.1999	1-4
A	US 4906437 A 1 (VDM NICKEL-TECHNOLOGIE AKTIENGESELLSCHAFT) 06.03.1990	1-4
A	GB 2405643 A (HAYNES INTERNATIONAL INC) 09.03.2005	1-4
A	RU 2440876 C 1 (СТАРЧЕНКО ЕВГЕНИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ и др.) 27.01.2012	1-4
☒ последующие документы указаны в продолжении графы C. ☐ данные о патентах -аналогах указаны в приложении		
*	Особые категории ссылочных документов :	"I" более поздний документ, опубликованный после даты международной
"A"	документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение
"E"	более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	"X" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским
"L"	документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности
"O"	документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	"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
"P"	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста
		"&" документ, являющийся патентом-аналогом
Дата действительного завершения международного поиска		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске
23 апреля 2018 (23.04.2018)		07 июня 2018 (07.06.2018)
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 : И.Н. Грязнова Телефон № (8-495) 531-65-15