

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202292438** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.03.29

(51) Int. Cl. *C23C 14/50* (2006.01)
C23C 14/48 (2006.01)
C23C 14/34 (2006.01)
C23C 14/02 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.09.02

(54) **СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ДЕТАЛИ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

(96) **KZ2022/047 (KZ) 2022.09.02**

(71) Заявитель:
**МАУСЫМБАЕВА АЛИЯ
ДУМАНОВНА (KZ)**

(72) Изобретатель:
**Маусымбаева Алия Думановна,
Юров Виктор Михайлович, Портнов
Василий Сергеевич (KZ)**

(57) Изобретение относится к покрытиям для антикоррозионной защиты металлических конструкций и может быть использовано для деталей горно-шахтного оборудования, подвергающихся воздействию агрессивных сред. Технический результат достигается тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия, включающем размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между анодами и катодами, подключенными к индивидуальным источникам электрического питания, в отличие от прототипа, в процессе нанесения покрытия в качестве катодов используются два разнородных металла диаметром 120 мм и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник "ПИНК" с комбинированным накаливаемым и полым катодом, обеспечивая при этом увеличение коррозионной стойкости деталей горно-шахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала. Технический результат достигается также тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия в качестве детали горно-шахтного оборудования используют ниппель, втулку, плунжер, газораспределитель, муфту и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40 при следующих параметрах: состав раствора для полировки - 5%-ный водный раствор сульфата аммония; температура раствора - 85°C; напряжение катод-анод - 300 В, ток - 40 А; длительность обработки 6 мин. Перечисленные существенные признаки предлагаемого изобретения позволяют достичь поставленной технической задачи - увеличение коррозионной стойкости деталей горно-шахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала катодов за счет дополнительного применения плазменного источника "ПИНК" с комбинированным накаливаемым и полым катодом.

A1

202292438

202292438

A1

Способ нанесения антикоррозионного покрытия на детали горно-шахтного оборудования

Изобретение относится к покрытиям для антикоррозионной защиты металлических конструкций и может быть использовано для деталей горно-шахтного оборудования, подвергающихся воздействию агрессивных сред. Около 20 % общего количества металлов ежегодно теряется из-за коррозии, и огромные средства тратятся на защиту от коррозии. При выборе способа борьбы с коррозией учитываются не только особенности самого металла, но и условия его эксплуатации - шахтные агрессивные среды.

Шахтными агрессивными средами следует считать рудничную и промышленную атмосферу повышенной влажности с различным содержанием коррозионно-активных газов и пыли. (ГОСТР 55735 – 2013 Оборудование горно-шахтное; ГОСТР 57071 - 2016 Оборудование горно-шахтное; ГОСТ ISO 9223-2017 Коррозия металлов и сплавов. Коррозионная агрессивность атмосферы. Классификация, определение и оценка).

Шахтные воды можно разделить на три вида [3]:

- Кислые (рН ниже 6,5 со значительной минерализацией);
- Нейтральные пресные воды (рН=6,5-8,5, минерализация не выше 1 г/л);
- Соленые и солоноватые с повышенной минерализацией (рН = 6,5-8,8, минерализация выше 1 г/л).

Наиболее активными по действию на металлические (стальные) конструкции являются кислые воды и множество технических устройств угольной промышленности подвержены их влиянию.

Известен способ ионно-плазменного нанесения покрытий, включающий размещение изделий в вакуумной камере, подачу на них напряжения смещения, зажигание дугового разряда, очистку и разогрев изделия ионами испаряемого материала катода до температуры конденсации покрытия, подачу в камеру газа-реагента, снижение напряжения (А.С. 2061788, С23С 14/34, 09.03.93. Способ нанесения покрытий в вакууме).

Известен также способ нанесения покрытий на лопатки турбомашин, включающий осаждение в вакууме на поверхности пера лопатки конденсированного покрытия (патент РФ №2165475, С23С 14/16, 30/00, С22С 19/05, 21/04, 20.04.2001).

Известен также способ нанесения ионно-плазменного покрытия, включающий размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между катодами с индивидуальными источниками электрического питания и анодами (а.с. №1468017, МПК5 С23С 14/48, БИ №18, 1994 г.).

Недостатком известных способов являются низкий коэффициент использования

испаряемого материала катодов.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ нанесения ионно-плазменного покрытия, где в качестве катодов и анодов используют одинаковые длинномерные плоские охлаждаемые пластины-планары (а.с. №2375493, МПК5 C23C 14/34, БИ № 34, 10.12.2009).

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение коэффициента использования испаряемого материала катодов за счет изменения конструкции наносимого материала.

Технический результат достигается тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия, включающем размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между анодами и катодами, подключенными к индивидуальным источникам электрического питания, в отличие от прототипа, в процессе нанесения покрытия в качестве катодов используются два разнородных металла диаметром 120 мм и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник «ПИНК» с комбинированным накаливаемым и полым катодом, обеспечивая при этом увеличение коррозионной стойкости деталей горношахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала.

Технический результат достигается также тем, что в способе нанесения ионно-плазменного покрытия в качестве детали горно-шахтного оборудования используют ниппель, втулку, плунжер, газораспределитель, муфту и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40, при следующих параметрах: состав раствора для полировки -5% водный раствор сульфата аммония; температура раствора- 85 °С; напряжение катод-анод 300 В, ток 40 А; длительность обработки 6 мин.

Перечисленные существенные признаки предлагаемого изобретения позволяют достичь поставленной технической задачи – увеличение коррозионной стойкости деталей горношахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала катодов за счет дополнительного применения плазменного источника «ПИНК» с комбинированным накаливаемым и полым катодом.

Способ осуществляется следующим образом. Катоде из чистых металлов меди Cu и из стали 12X18H10T изготавливались из цилиндров диаметром 100-120 мм на токарном станке (фигура 1).

Детали горно-шахтного оборудования - ниппель, втулку, плунжер, газораспределитель, муфту и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-

плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40 (фигура 2а), при следующих параметрах: состав раствора для полировки -5% водный раствор сульфата аммония; температура раствора- 85 °С; напряжение катод-анод 300 В, ток 40 А; длительность обработки 6 мин. После выгрузки из ванны ЭПП-40, деталь промывается в ультразвуковой ванне (фигура 2б) и обрабатывается паром при помощи пароструйного устройства УПС 4.3-гейзер (фигура 2в).

Напыление проводилось одновременно из двух катодов в режиме 12Х18Н10Т+Cu на модернизированной установке ННВ-6.6И1 (фигура 3) и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник «ПИНК» с комбинированным накаливаемым и полым катодом (фигура 4). На фланце 6 смонтированы два водоохлаждаемых электроввода 3 для питания прямокального катода 2.

Цилиндрический экраный электрод 1 диаметром 90 мм и длиной 350 мм закреплен на вакуумной стороне фланца 6. Катод выполнен из вольфрамовой проволоки длиной 125 мм и толщиной 1,5 мм. Питание накала обеспечивается трансформатором с регулировкой переменного (50 Гц) напряжения по его первичной обмотке. Электрическое питание разряда осуществляется от источника напряжения, включающего в себя трехфазные трансформатор и выпрямитель.

Плазменный источник изолирован от корпуса установки и находится под плавающим потенциалом. Газ в источник газовой плазмы подается через газоввод на фланце 6 от системы напуска газа, включающей два регулятора расхода газа РРГ-10.

Рентгено-флуоресцентный количественный анализ состава покрытий (РФЭС), проведенный на электронном микроскопе JEOL JSM-5910, показан на рисунке 5 и в таблице 1.

Таблица 1 – Количественный анализ элементного состава покрытий

Элемент	Fe	Cu	Cr	Mn	Ni	Ti	N
Вес. %	47.4	22.5	15.0	4.0	3.5	0.9	13.1

Детали горно-шахтного оборудования подвергаются коррозии в первую очередь за счет воздействия шахтных вод (фигура 6). Для повышения коррозионной стойкости ряда деталей горно-шахтного оборудования было нанесено покрытие (FeCuCrMnNiTi)N (фигура 7). Подобную технологию внедряют такие американские компании как Ktech, ASB Industries, Army Research Lab, Inovati, а также и фирмы других стран: Windsor University (Канада), Helmut Schmidt University (Германия), CSIRO (Австралия), Ecole de Mines (Франция).

В таблице 2 приведены результаты испытаний деталей с такими антикоррозионными покрытиями.

Сравним полученные результаты со скоростью коррозии некоторых коррозионно-

стойких нержавеющей сталей (таблица 3).

Таблица 2. Свойства антикоррозионных покрытий (FeCuCrMnNiTi)N на деталях горно-шахтного оборудования

Деталь	Покрытие	Скорость коррозии, г/м ² ·ч
Сталь 35	без покрытия	3,21
Сталь 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Ниппель 12, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Муфта 12 с, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Пробка ГВУ 30.002, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Корпус г/распределителя Н13.07.130-01, Ст. 35	(FeCuCrMnNiTi)N	0,15
Плунжер КСН01.311, Ст. СИХ15	(FeCuCrMnNiTi)N	0,12
Втулка М130.07.149, Ст. 40	(FeCuCrMnNiTi)N	0,13
Толкатель М130.07.148, Ст. 40	(FeCuCrMnNiTi)N	0,13

Таблица 3. Скорость коррозии наиболее коррозионно-стойких сталей

Марка стали	Скорость коррозии, г/м ² ·ч
X23H28M3Д3Т	0,21
X23H27M3Т	0,26
X18H12M3Т	0,80

Из этого сравнения следует, что наше покрытие (FeCuCrMnNiTi)N значительно меньше нержавеющей сталям по коррозии. Для деталей горно-шахтного оборудования используется, в основном, сталь 35 (таблица 2), которая значительно дешевле по стоимости коррозионно-стойких нержавеющей сталей (таблица 3). Таким образом, проведенные испытания показали экономическую целесообразность использования покрытия (FeCuCrMnNiTi)N в качестве коррозионно-стойкого покрытия для деталей горно-шахтного оборудования.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ нанесения ионно-плазменного покрытия, включающем размещение деталей на приспособлении в вакуумной камере, приложение к деталям электрического смещения, ионную очистку поверхности деталей и нанесение на них покрытия электродуговым испарением материалов путем возбуждения дуги между анодами и катодами, подключенными к индивидуальным источникам электрического питания, **отличающийся от прототипа тем**, что в процессе нанесения покрытия в качестве катодов используются два разнородных металла диаметром 120 мм и в качестве источника газовой плазмы применяется плазменный источник «ПИНК» с комбинированным накаливаемым и полым катодом, обеспечивая при этом увеличение коррозионной стойкости деталей горношахтного оборудования и повышение коэффициента использования испаряемого материала.

2. Способ нанесения ионно-плазменного покрытия по п.1, **отличающийся от прототипа тем**, в качестве детали горно-шахтного оборудования используют ниппель, втулку, плунжер, газораспределитель, муфту и другие металлические конструкции, а перед нанесением покрытия электролитно-плазменной обработкой производят полировку на приборе ЭПП-40, при следующих параметрах: состав раствора для полировки -5% водный раствор сульфата аммония; температура раствора- 85 °С; напряжение катод-анод 300 В, ток 40 А; длительность обработки 6 мин.

**Способ нанесения антикоррозионного покрытия на детали
горно-шахтного оборудования**



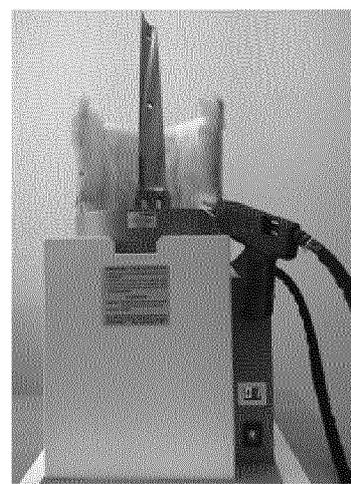
Фигура 1. - Катоды Cu (слева) и 12X18H10T (справа)



а)

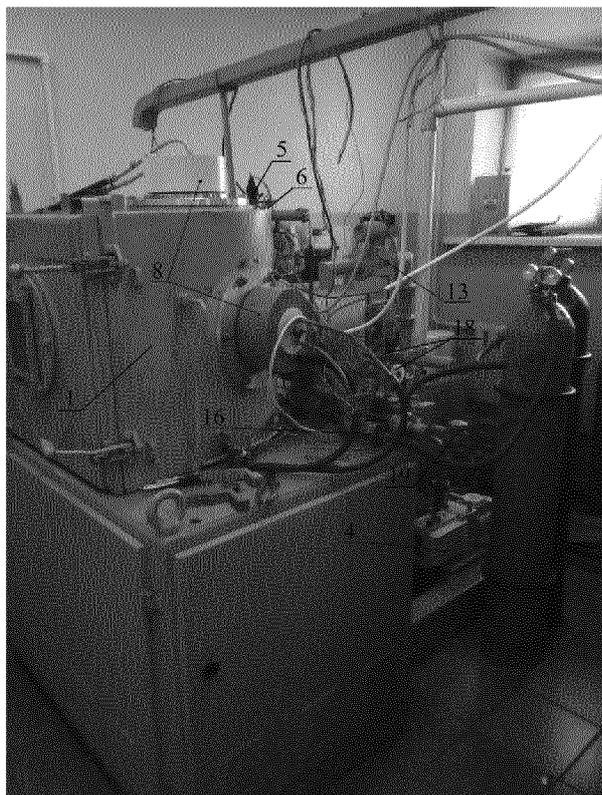


б)

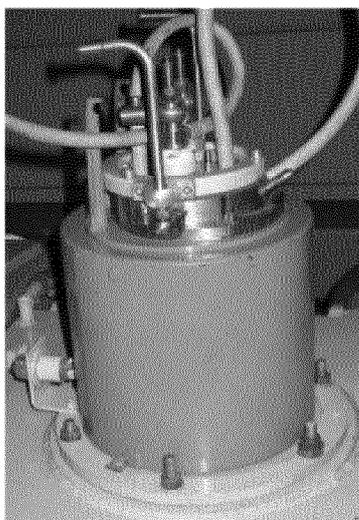


в)

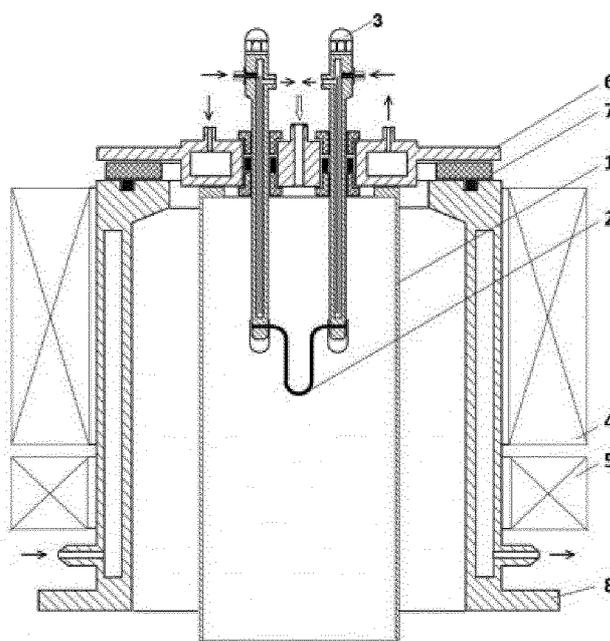
Фигура 2. Установка ЭПП-40 (а), установка УЗГ-4 (б), пароструйное устройство УПС 4.3-гейзер (в)



Фигура 3. Установка ННВ-6.6И1 с двух сторон

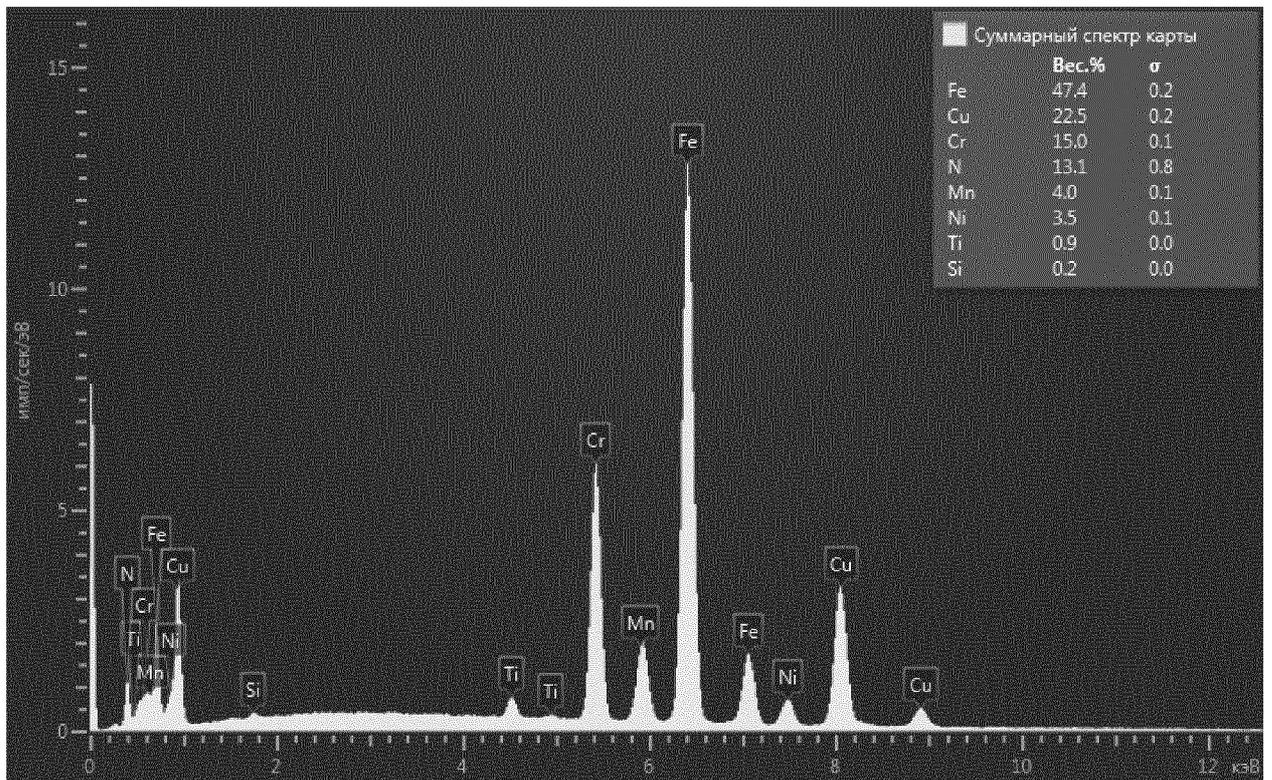


a



б

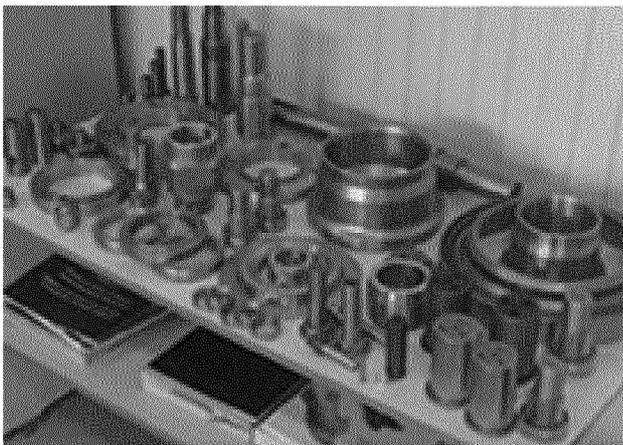
Фигура 4. Внешний вид (а) и схема (б) источника «ПИНК»



Фигура 5. РФЭС покрытия (FeCuCrMnNiTi)N



Фигура 6. Коррозия деталей в шахтах



Фигура 7. Детали горно-шахтного оборудования без покрытия и с покрытием $(\text{FeCuCrMnNiTi})\text{N}$ (цвет золотистый).

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202292438

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

МПК:

C23C 14/50 (2006.01)

C23C 14/48 (2006.01)

C23C 14/34 (2006.01)

C23C 14/02 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК) или национальной патентной классификации и МПК

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

C23C

Электронная база данных, использованная при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕАПТИС, Google Patents, espacenet

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2 693 229 C1 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "УРА-ЛАВИАСПЕЦТЕХНОЛОГИЯ") 01.07.2019 Весь документ	1-2
A	EA 002682 B1 (ПАДЕРОВ АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ и др.) 29.08.2009 Весь документ	1-2
A	EA 201300566 A1 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ "ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ") 30.06.2014 Весь документ	1-2
A	US 2004/0168637 A1 (GOROKHOVSKY VLADIMIR) 02.09.2004 Весь документ	1-2
A	US 2010/0170781 A1 (GOROKHOVSKY VLADIMIR) 08.07.2010 Весь документ	1-2

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **26/09/2023**

Уполномоченное лицо:

Заместитель начальника отдела механики,
физики и электротехники



М.Н. Юсупов