

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ

Даний винахід стосується покращеного способу паяння, наприклад, з'єднувального елемента з електропровідного матеріалу, наприклад металу, з металевою поверхнею за допомогою покращеного типу паяння з контрольованою температурою.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Існують способи паяння з контрольованою температурою, за допомогою яких для певних типів матеріалів, наприклад сталі, можна отримати паяння без мартенситу, тобто паяння здійснюється без будь-яких шкідливих структурних змін (утворення мартенситу) в деталі. Паяне з'єднання отримують з частиною деталі під паяним з'єднанням, яка більш-менш позбавлена утворення мартенситу, наприклад, у залізничних коліях (рейках), трубах/трубопроводах та вітроенергетичних установках. Даний винахід стосується покращеного способу та пристрою для здійснення покращеного способу.

Розвиток залізничного транспорту передбачає все більш високі швидкості та більш навантаження на вісь. Це, у свою чергу, висуває підвищені вимоги до міцності залізничної колії та її здатності протистояти спрацюванню, тому рейки виготовляються з високолегованої сталі, щоб відповідати цим суворішим вимогам. Матеріал, з якого виготовлені рейки, є чутливим до термічних впливів, які можуть спричинити структурні зміни, відомі як утворення мартенситу (ефект тверднення).

Утворення мартенситу може призвести до утворення тріщин у матеріалі рейок, а через високі навантаження рейка може зламатися з катастрофічними наслідками для залізничного руху. Отже, дуже важливо міцно припаяти сигнальну та іншу проводку та кабелі до рейки, використовуючи спосіб, який не викликає утворення мартенситу в рейці.

Попередній рівень техніки в цій галузі включає GB2376202 В, який розкриває спосіб і механізм для процесу паяння без мартенситу.

СУТЬ ВІНАХОДУ

Найсерйознішою проблемою в сучасних способах, які застосовуються на залізничних коліях, є велика кількість тепла, яке виробляється під паяним з'єднанням, що спричинене електричною дугою, яка генерується в процесі паяння та викликає шкідливі структурні зміни або утворення мартенситу.

Суть цього винаходу включає спеціальну форму електрода, що використовується в процесі, і додатковий засіб для керування електричною напругою та електричним струмом, що використовуються в процесі. Переваги способу включають менше виділення тепла, менше енергоспоживання та можливість зручного паяння з'єднувальних елементів для більших площ поперечного перерізу електричного провідника, ніж відома технологія. Сьогодні практично неможливо за допомогою відомої технології паяння з'єднати великі кабелі, тобто з площею поперечного перерізу кабелю, що перевищує приблизно 25-35 квадратних міліметрів, без значного утворення мартенситу. Випробування нового запропонованого способу із застосуванням площі поперечного перерізу провідника 120 квадратних міліметрів показує хороші результати з відсутністю або лише мінімальним утворенням мартенситу після паяння.

Даний винахід стосується нового способу паяння з контрольованою температурою разом із механізмом для здійснення зазначеного способу, в якому проблема утворення мартенситу, і в той же час енергоспоживання та виділення тепла зменшуються. Крім того, новий спосіб полегшує паяння кабельних наконечників для більших площ поперечного перерізу залучених електричних проводів.

Метою цього винаходу є генерування електричної дуги за допомогою вугільного електрода таким чином, щоб створити паяне з'єднання деталі з рейкою без прямого контакту електричної дуги з рейкою та створити електричне з'єднання такої ж або кращої якості порівняно з попереднім рівнем техніки, але з меншим енергоспоживанням і меншим виділенням тепла.

Ще однією метою є полегшення паяння електричних провідників більшої площі, ніж це дозволяє попередній рівень техніки.

У варіантах здійснення винаходу вугільний електрод сам по собі створює електричний опір у процесі паяння, а довжина, діаметр і форма вугільного електрода впливають на електричний опір у процесі і, отже, ікож впливають на силу струму та напругу в процесі паяння.

Вугільний електрод забезпечує оптимальний контроль довжини дуги під час процесу паяння, оскільки вуглецевий матеріал має хороші тугоплавкі властивості, тоді як металевий електрод плавиться. Отже, вугільний електрод піддається незначній зміні довжини під час процесу паяння порівняно з паяльним штифтом з матеріалу, що плавиться.

Ще одна мета даного процесу паяння, що застосовується до кріплення кабельного наконечника або іншого електропровідного контактного з'єднання до сталевій рейки, полягає в запобіганні прямого контакту електричної дуги із деталлю, де ця мета досягається, якщо електропровідне контактне з'єднання складається з твердої пластини з компактного електропровідного матеріалу, наприклад міді. У цьому контексті процес паяння не включає флюс або твердий припій з будь-якого паяльного штифта, що утворює електрод. Твердий припій не повинен протікати через кабельний наконечник до деталі (рейки) що лежить нижче. Завдяки конструкції кабельного наконечника флюс і твердий припій розташовані під електричним контактним з'єднанням або під самим кабельним наконечником. Ціла пластина з компактного електропровідного матеріалу, наприклад міді, утворює буфер, який запобігає занадто високій температурі яка впливає, на рейку та призводить до утворення мартенситу. Крім того, електрод остаточно не опускається вниз у паяння, і немає ризику негативного впливу на паяне з'єднання.

Іншою метою даного винаходу є керування силою струму під час процесу. Підняття електрода збільшує довжину дуги. Це, в свою чергу, призводить до великого падіння напруги на дузі та до зниження сили струму в електричному колі. Довжина дуги не може бути збільшена довільно, оскільки після певної довжини дуга руйнується через те, що опір стає занадто великим. Невеликий проміжок між електродом і деталлю, так звана

висота підйому, надійно запобігає згасанню дуги в процесі паяння. Дуже переважно мати низьку силу струму під час процесу, оскільки це запобігає утворенню мартенситу.

У даному винаході переважно застосовувати захисне кільце з кераміки, але захисне кільце, що складається з комбінації як металу, так і керамічного матеріалу, ікож може бути переважним, оскільки ефект комбінації підвищує захист, наданий паяльному пістолету.

З точки зору енергоспоживання важливу роль відіграє матеріал і конструкція захисного кільця. Захисне кільце варіантів здійснення даного винаходу було сконструйоване з більшим діаметром, щоб уникнути високих температур захисного кільця, а також з перевагою бути здатним вміщувати більший об'єм гарячих газів.

Захисне кільце разом із захоплювальною втулкою також запобігає контакту оператора з самою дугою або гарячими газами, які утворюються. Це зменшує потребу в захисному спорядженні для оператора. Це також усуває ризик травми очей для оператора та інших осіб, які дивляться на дугу під час процесу паяння.

Згідно з першим аспектом винаходу, пропонується спосіб паяння електропровідного з'єднувального елемента, наприклад кабельного наконечника, з електропровідного матеріалу із деталлю з електропровідного матеріалу за допомогою процесу паяння з контрольованою температурою, при якому тепло, необхідне для паяння, генерується шляхом запалювання електричної дуги між вугільним електродом і електропровідним з'єднувальним елементом, при цьому спосіб включає наступні етапи:

- забезпечення напруги постійного струму між вугільним електродом і електропровідним з'єднувальним елементом, наприклад кабельним наконечником;
- вимірювання напруги, що виникає на зазначеній дузі;
- вимірювання електричного струму зазначеної дуги;
- керування напругою, прикладеною між зазначеним вугільним електродом і зазначеною першою деталлю, а отже, на зазначеній дузі;
- обчислення в реальному часі, безперервно або постійно, електричної потужності, що виробляється в зазначеній дузі, і де спосіб додатково включає етапи:
- вимірювання струму в зазначеній дузі та напруги на зазначеній дузі безперервно або постійно в режимі реальному часі, і
- обчислення в реальному часі, безперервно або постійно, відповідної виробленої електричної потужності, як математичний добуток зазначеного струму та зазначеної напруги, і
- керування напругою постійного струму і, таким чином, зазначеної виробленої електричної потужності, де прикладена напруга постійного струму застосовує вугільний електрод як негативний полюс і застосовує електропровідний з'єднувальний елемент як позитивний полюс, де вугільний електрод має звужуваний або гострий кінець на кінці, повернутому до електричної дуги.

Спосіб також може включати

- отримання введених оператором даних про площу поперечного перерізу провідника, і
- застосування вхідних даних для коригування розрахунків і керування напругою постійного струму для досягнення та підтримки придатної температури місця паяння.

Згідно з другим аспектом винаходу пропонується пристрій для паяння електропровідного з'єднувального елемента із деталлю з електропровідного матеріалу за допомогою процесу паяння з контрольованою температурою, в якому тепло, необхідне для паяння, генерується шляхом запалювання електричної дуги між вугільним електродом і електропровідним з'єднувальним елементом, причому пристрій включає:

(a) засіб для зачеплення електропровідного з'єднувального елемента з деталлю, що включає захисне кільце та вугільний електрод,

(b) засіб для підтримки електрода, що включає засіб для переміщення електрода між положенням, у якому він зачеплює електропровідний з'єднувальний елемент, який у свою чергу зачеплений зазначеним засобом для зачеплення, і втягнутим положенням, у яке він піднімається звідти;

(c) блок напруги постійного струму для забезпечення та прикладання напруги постійного струму певної полярності між зазначеним електропровідним з'єднувальним елементом і зазначеним вугільним електродом, і де зазначений блок напруги постійного струму містить блок регулювання напруги,

(d) датчик напруги для вимірювання зазначеної напруги між електропровідним з'єднувальним елементом і вугільним електродом,

(e) датчик струму для вимірювання електричного струму, що проходить через зазначений вугільний електрод;

(f) засіб обробки, що включає засіб генерування вихідного сигналу, що керує зазначеним блоком регулювання напруги, і додатково включає засіб обчислення в реальному часі, безперервно або постійно, електричної потужності, що виробляється у зазначеній дузі,

(g) засіб перемикачання, який функціонує для з'єднання зазначеного засобу для прикладання напруги в електричному колі із зазначеним електродом і з таким електропровідним з'єднувальним елементом, за допомогою чого, коли зазначений засіб для зачеплення застосовано, і засіб перемикачання функціонує для замикачання зазначеного електричного кола, зазначений засіб для підтримки та переміщення піднімає електрод від деталі для запалювання електричної дуги між електродом і електропровідним з'єднувальним елементом, і

(h) де вугільний електрод має гострий, звужуваний або скошений перший кінець для електричної дуги,

(i) де блок напруги постійного струму сконфігурований таким чином, що певна полярність полягає в тому, що прикладена напруга постійного струму застосовує вугільний електрод як негативний полюс і застосовує електропровідний з'єднувальний елемент як позитивний полюс.

Пристрій може додатково бути виконаний з можливістю автоматичного забезпечення тепла, використовуючи першу електричну потужність протягом першої частини загального часу паяння та другу електричну потужність протягом другої частини загального часу паяння. Переважно, перша електрична потужність встановлена на значення для швидкого нагріву місця паяння, а друга електрична потужність є нижчою, ніж перша електрична потужність, і становить значення для підтримки досягнутої температури на місці паяння.

Щоб додатково налаштувати нагрів, може бути передбачений процес, що має три або більше різних періодів різної подачі нагріву. Процес може, наприклад, мати чотири періоди або етапи; Етап 1 швидкий нагрів, Етап 2 повільний нагрів, Етап 3 підтримання температури, Етап 4 повільне охолодження.

Пристрій може бути ще додатково забезпечений органами введення для встановлення відповідних параметрів для площі електричного поперечного перерізу провідника, який має бути спаяний, і де процесор виконаний з можливістю обчислення часу та напруги для паяння, враховуючи параметри для забезпечення відповідної напруги та часу для досягнення придатної кількості тепла протягом відповідного періоду часу.

Це матиме перевагу у більш точному налаштуванні паяння, наприклад, щодо часу та температури.

Згідно з третім аспектом надається кабельний наконечник для паяння без мартенситу, де передня частина утворена як компактна пластина, виконана з можливістю бути спаяною в контакт з деталлю, а задній кінець утворений для визначення кабельної порожнини для кабелю, і де кабельний наконечник додатково сконструйований таким чином, що кабельна порожнина проходить у звужувану порожнину, призначену для надання кабельному наконечнику рівномірної площі поперечного перерізу вздовж його довжини від компактної пластини до початку кабельної порожнини. Випробування показали переважно, що кабельні наконечники, забезпечені розширеною порожниною, зменшують потужність, необхідну для виконання процесу паяння. Крім того, компактна пластина передньої частини може бути забезпечена твердим припоєм, таким як певна кількість срібного сплаву з флюсом або без нього, що переважно прикріплюється до компактної пластини за допомогою притискання або плавлення. Особливо переважним є виготовлення кабельного наконечника шляхом притискання паяльного затискача, що містить срібний сплав, до компактної пластини, таким чином прикріплюючи його до компактної пластини.

КРЕСЛЕННЯ

Варіанти здійснення даного винаходу описані нижче більш детально з посиланням на супровідні креслення, на яких:

На Фіг. 1A схематично показано схему процесу паяння;

На Фіг. 1B показано деталь Фіг. 1A.

Фіг. 1C схематично показано напрямки руху іонів і електронів паяльної дуги;

На Фіг. 1D схематично показано напрямки руху іонів і електронів паяльної дуги зі зворотною полярністю порівняно з Фіг. 1C.;

Фіг. 2 - частковий вигляд збоку паяльного пістолета, що втілює винахід;

На Фіг. 3 показано паяльний пістолет у поперечному перерізі;

Фіг. 4 - вигляд збоку паяльного пістолета, частково в поздовжньому (осьовому) перерізі;

На Фіг. 5 показано операцію паяння на рейці;

На Фіг. 6 показано операцію паяння на ділянці трубопроводу;

На Фіг. 7 проілюстровано паяне з'єднання між зовнішнім і внутрішнім ободами коліс залізничного вагона;

На Фіг. 8 показано електропровідний з'єднувальний елемент у формі кабельного наконечника, якщо дивитися збоку;

Фіг. 9 також є виглядом збоку кабельного наконечника;

На Фіг. 10A показано кабельний наконечник, якщо дивитися зверху;

Фіг. 10B - вигляд кабельного наконечника Фіг. 10A, якщо дивитися ззаду;

Фіг. 10C - вигляд збоку кабельного наконечника Фіг. 10A

Фіг. 10 D - вигляд спереду кабельного наконечника Фіг. 10A

Фіг. 11 - графік напруги/струму/температури процесу паяння згідно з попереднім рівнем техніки;

Фіг. 12A - графік напруги/струму/температури процесу паяння згідно з новим способом, застосованим до першої площі поперечного перерізу.

Фіг. 12B - графік струму/напруги/температури процесу паяння згідно з новим способом, застосованого до другої площі поперечного перерізу.

Фіг. 13 - вигляд спереду головної панелі введення для введення параметра(ів) паяння;

Фіг. 14A - блок-схема контролю та регулювання процесу паяння;

Фіг. 14 B - блок-схема етапів способу;

Фіг. 15A - частковий вигляд передньої частини паяльного пістолета, частково в поздовжньому (осьовому) перерізі.

Фіг. 15B, C, D - вигляди збоку вугільних електродів варіантів здійснення даного винаходу.

Фіг. 15 E - вигляд зверху електрода з круглим поперечним перерізом і вигляд зверху електрода з квадратним поперечним перерізом.

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС

На Фіг. 1A схематично показані необхідні компоненти та процедура процесу паяння як такої згідно з відповідним варіантом здійснення, джерелом живлення, яке зазвичай використовується, що являє собою батарею 1, від якого струм подається до електронного блоку 2. Електронний блок 2, виконаний з можливістю обробки даних, отриманих від паяльного пістолета 5 через його кабель живлення та сигнальний кабель, а також даних із зовнішнього джерела живлення. Електронний блок 2 виконаний з можливістю обробки всієї інформації та регулювання подачі струму та напруги до паяльного пістолета 5, наприклад, шляхом електронного регулювання рівня напруги. За допомогою зазначеного регулювання можна контролювати час і споживання струму під час процесу паяння, і таким чином можна досягти задовільного паяння з мінімальним енергоспоживанням, а також у поєднанні з контролем температури в основному матеріалі/деталі.

Коли автоматичний вимикач 3 замикає електричне коло, що містить підйомний магніт у паяльному пістолеті 5, вугільний електрод 6, який розташований в електродотримачі 7, спочатку замикає накоротко коло кабельним наконечником 10, таким чином, що, коли згодом електромагніт піднімає вугільний електрод 6 від кабельного наконечника 10 для запалювання електричної дуги 8, яка захищена одним або більше захисними кільцями 9, він

працює на компактній плоскій поверхні кабельного наконечника 10, причому кабельний наконечник утворює один полюс і вугільний електрод 6 утворює інший полюс. Тепло передається через кабельний наконечник 10 і активує флюс між кабельним наконечником 10 і твердим припоєм 12 і готує та очищає поверхню для паяння між твердим припоєм 12 і кабельним наконечником 10, і коли твердий припій 12 нагрівається, він активує флюс 13 на деталі 14, і за допомогою твердого припою 12 утворюється паяне з'єднання на деталі 14. Таким чином, кабельний наконечник 10 міцно припаюється до деталі 14 без прямого контакту електричної дуги 18 із зазначеною деталлю 14.

Крім того, між деталлю 14 і кабельним наконечником 10 не утворюються небажані іскри/дуги, оскільки електричне коло утворюється через кабель кабельного наконечника 10 або через захисне кільце 9, а не через деталь 14 як таку.

У новому процесі паяння вся пластина з компактного електропровідного матеріалу, наприклад міді, утворює буфер, який запобігає високим температурам впливати, наприклад, на рейку та призводить до утворення мартенситу. Частинки міді будуть викидатися з пластини кабельного наконечника під час процесу паяння та осідати у вигляді тонкого шару на вугільному електроді, див. Фіг. 1С. Під час процесу паяння в кабельному наконечнику 10 може утворитися невелика порожнина. Кабельний наконечник може бути виконаний з можливістю дозволити утворення цієї порожнини без значного зниження механічної міцності кабельного наконечника.

На Фіг. 1D схематично показано напрямки руху іонів і електронів паяльної дуги зі зворотного полярністю порівняно з Фіг. 1С. Овальна ділянка показує ширину дуги, що свідчить про те, що тонша, більш сфокусована дуга досягається за допомогою полярності, що відповідає негативному вугільному електроду, Фіг. 1С, а ширша або розмитіша дуга буде результатом підключення вугільного електрода до позитивної полярності. Випробування показали, що вибір негативної полярності вугільного електрода зменшує енергію, необхідну для виконання паяння. Зниження енергії становить приблизно 30 %.

З точки зору енергії захисне кільце відіграє важливу роль під час процесу паяння. Захисне кільце 9 утворене таким чином, що воно демонструє хорошу теплоізоляційну функцію. Захисне кільце 9 може бути утворене з керамічного матеріалу і забезпечене зубчастим нижнім краєм. У цьому випадку гарячі газу, які утворюються в процесі паяння, виводяться радіально. Коли захисне кільце утворене з металу, з гладкою нижньою поверхнею, газу будуть залишати захисне кільце в осьовому напрямку, і тому більше тепла буде передане захисному кільцю 9. Захисне кільце 9 зберігає свою форму та функцію та є стабільним протягом усього процесу паяння. Тепло, яке поглинає захисне кільце, передається до кабельного наконечника 10. Результатом є те, що під час процесу паяння споживається менше електричної енергії і/або потужності, і відбувається паяння без мартенситу.

Фіг. 2 являє собою вигляд збоку паяльного пістолета 5, у передній частині якого можна побачити вугільний електрод 6. Перед початком процесу паяння пістолет 5 разом із вугільним електродом 6 притискають до кабельного наконечника 10, при цьому вугільний електрод 6 притискається врівень з нижнім краєм захисного кільця 9. Захисне кільце 9 закріплене в кільцевому тримачі 15. Коли натискається автоматичний вимикач або кнопка запуску 3, коло замикається накоротко, після чого піднімальний магніт піднімає електрод 6 на певну висоту над електропровідним з'єднувальним елементом 10, і запалюється дуга 8. Запобіжне кільце 9 і захоплювальна втулка 18 захищають оператора від процесу. На фігурі також показано гвинт 16 для виштовхування захисного кільця та гвинт 17 для виштовхування електрода. Під час процесу паяння захисне кільце 9 може діяти як клема під час операції заземлення, якщо виготовлене з металу або іншого електропровідного матеріалу.

На Фіг. 3 показано переріз паяльного пістолета 5, який видно спереду, на якому можна побачити автоматичний вимикач 3, а в центрі отвору пістолета розташований вугільний електрод 6 у електродотримачі 7 разом із кільцевим тримачем 15 і захоплювальною втулкою 18.

На Фіг. 4 показана торцева частина паяльного пістолета 5 у перерізі та показані автоматичний вимикач 3, вугільний електрод 6 в електродотримачі 7 і захисне кільце 9 з керамічного матеріалу в кільцевому тримачі 15 разом із захоплювальною втулкою 18, гвинт 16 для виштовхування захисного кільця та гвинт 17 для виштовхування електрода. Дуже важливим компонентом у процесі паяння є вугільний електрод, який формує електричний опір і в якому довжина, діаметр і форма вугільного електрода впливають на електричний опір у процесі. Сила струму та напруга під час процедури паяння контролюються електронікою керування. Електроніка керування виконана з можливістю забезпечення напруги та струму як функції часу відповідно до Фігур 12В, 12С та 12D для досягнення придатної температури паяння на місці паяння, див. додатково нижче.

На Фіг. 5 показаний паяльний пістолет 5, який використовується на рейці 14. Електропровідний елемент 10 у формі кабельного затискача є міцно припаяним до головки рейки. Паяння також може бути виконане на перетинці або на підшві рейки.

На Фіг. 6 показаний паяльний пістолет 5, який використовується на деталі 14 у формі ділянки трубопроводу. Електропровідний з'єднувальний елемент 10 у формі кабельного наконечника міцно припаяний до труби. Суворі вимоги стосуються, перш за все, трубопроводів на атомних електростанціях, де паяння повинне проводитися без спричинення структурних змін матеріалу трубопроводу, які можуть призвести до утворення тріщин. У випадках, коли труби заповнені газом або нафтою, а також коли вони заповнені матеріалом, чутливим до температури, наприклад, у хімічній промисловості, важливо мати можливість працювати при низьких температурах під час паяння.

На Фіг. 7 показане колесо залізничного вагона. Внутрішнє колесо 20 прикріплене до осі 21 колеса, а між внутрішнім колесом і зовнішнім колісним кільцем 19, так званим ободом, розташований демпфер 23, наприклад, з гумового матеріалу. На фігурі показано, як з'єднувальний елемент 22 з електропровідного з'єднувального матеріалу з'єднує внутрішнє колесо 20 із зовнішнім колісним кільцем 19 таким чином, щоб струм може проходити від залізничного вагона до залізничної колії. Зважаючи на ризик утворення мартенситу та пов'язаного з ним утворення тріщин, досі не робили спроб застосувати дугове штифтове паяння у цьому випадку. Даний процес паяння в будь-якому випадку усуває утворення мартенситу і дозволяє також проводити паяння в цій галузі.

Фіг. 8 являє вигляд збоку кабельного наконечника 10, з'єднувального елемента з електропровідного матеріалу, в якому можна побачити кінцевий затискач 24 до електричного кола. Кінцевий затискач 24 прикріплений до електричного кабелю 25, що веде до кабельного наконечника 10, інша сторона якого складається з твердої пластини 26 з компактного матеріалу. Навколо цієї безперервної пластини 26 з компактного матеріалу розміщений паяльний затискач 27, який притискається до пластини 26 кабельного наконечника 10 як такий під час виготовлення, і між кабельним наконечником 10 і паяльним затискачем 27 передбачений флюс 28 який активується під час процесу паяння.

Фіг. 9 також являє собою вигляд збоку кабельного наконечника 10, у якому паяння як таке виконується на плоскій безперервній компактній пластині 26 кабельного наконечника 10 за допомогою паяльного пістолета 5, і на якому можна побачити паяльний затискач 12, який притискається до кабельного наконечника 10, при цьому флюс 11 нагрівається між нижньою стороною кабельного наконечника 10 і паяльним затискачем 12. Інший флюс 13 передбачений між деталлю 14 і затискачем 27 і активується, коли паяльний затискач 27 нагрівається і починає очищати деталь 14 перед паянням електропровідного з'єднувального елемента 10.

Паяльний затискач 12 має однакову товщину перед його прикладанням до деталі, до якої він прикріплений. Після того, як твердий припій розплавився під дією тепла, що подається через компактну пластину 26 кабельного наконечника 10, поверхневий натяг у розплавленому матеріалі, який змочує компактну пластину 26 і деталь 14, призводить до зміни товщини в тому сенсі, що відстань між компактною пластиною 26 і деталлю, тобто ділянки, зайнятої припоєм мінімізується, таким чином забезпечуючи міцний зв'язок і хорошу електричну і теплопровідність між компактною пластиною 26 і деталлю. Флюс 11 і 13 виконує наступні завдання та має наступні властивості:

1) очищає поверхні, 2) видаляє будь-які наявні оксиди, 3) запобігає повторному окисленню, 4) витісняється розплавленим твердим припоєм, 5) діє як електричний провідник, коли кабельний наконечник 10 заземлений через рейку, 6) полегшує розсіювання тепла завдяки тому, що він має хорошу теплопровідність, і 7) змочує поверхні, які мають бути з'єднані.

Інша вимога полягає в тому, що флюс 28 і 29 повинен бути активований у певному діапазоні температур. Флюс, твердий припій і процес паяння повинні відповідати один одному. Флюс є вже активованим на початку процесу паяння і буде продовжувати діяти, доки паяння не буде завершено.

Паяння, яке виконується вище прибл. 500 °C називається паянням твердим припоєм, на відміну від паянням м'яким припоєм, яке відбувається при нижчих температурах. Твердий припій, який використовується в процесі паяння за даною заявкою, призначений для паяння твердим припоєм. Однак флюс, який призначений для паяння твердим припоєм, не підходить для даного процесу, оскільки процес відбувається надто швидко, приблизно за 2 секунди. У даному процесі паяння твердим припоєм використовується флюс 10, який зазвичай підходить для паяння м'яким припоєм і, відповідно, активується при більш низькій температурі, але не розпадається до завершення паяння через короткий час роботи.

Для того, щоб досягти необхідної температури паяння, але використовуючи якомога менше енергії, потрібна значна споживана потужність протягом короткого періоду часу. Залізнична колія, товстостінні труби та подібні металеві профілі є ефективними тепловідвідниками. Велика споживана потужність створює тепловий фронт, який рухається через кабельний наконечник вниз до рейки, де температура стає придатною для паяння твердим припоєм, але не призводить до утворення мартенситу.

Кабельний наконечник 10 є буфером від локального перегріву і забезпечує відносно плавний розподіл температури по всій розплавленій поверхні. Непрямий нагрів відбувається за допомогою вугільного електрода 6. Електрична дуга 8 утворюється між вугільним електродом 6 і кабельним наконечником 10. Це контрастує зі звичайним дуговим штифтовим паянням, в якому дуга діє безпосередньо на рейку, і/або розплавленим паянням на рейці.

На Фіг. 10A показаний кабельний наконечник 10, якщо дивитися зверху. Передня частина утворена у вигляді компактної пластини 26, в якій встановлений паяльний затискач 27. Пунктирна лінія вказує на визначення кабельної порожнини 31 для кабелю. Кабельний наконечник 10 додатково сконструйований таким чином, що кабельна порожнина 31 проходить у звукувану порожнину 33, призначену для надання кабельному наконечнику 10 рівномірної площі поперечного перерізу від компактної пластини до початку встановленого кабелю.

Фіг. 10B являє собою вигляд кабельного наконечника Фіг. 10A, якщо дивитися ззаду.

Фіг. 10C являє собою вигляд збоку кабельного наконечника Фіг. 10A, а Фіг. 10D являє собою вигляд спереду кабельного наконечника Фіг. 10A.

Таким чином, надається кабельний наконечник для паяння без мартенситу, в якому передня частина утворена як компактна пластина, виконана з можливістю бути припаяною в контакт з деталлю, задній кінець утворений для визначення кабельної порожнини для кабелю, і де кабельний наконечник додатково сконструйований таким чином, що кабельна порожнина проходить у звукувану порожнину, призначену для надання кабельному наконечнику рівномірної площі поперечного перерізу вздовж його довжини від компактної пластини до початку кабельної порожнини. Випробування показали переважно, що кабельні наконечники, оснащені розширеною порожниною, зменшують потужність, необхідну для виконання процесу паяння. Крім того, компактна пластина передньої частини може бути забезпечена твердим припоєм, таким як певна кількість срібного сплаву з флюсом або без нього, який переважно прикріплюється до компактної пластини за допомогою притискання або плавлення. Особливо переважним є виготовлення кабельного наконечника шляхом притискання паяльного затискача, що містить срібний сплав, до компактної пластини, таким чином прикріплюючи його до компактної пластини.

Для залізничних сигнальних систем і систем катодного захисту, які працюють при низьких напругах і струмах, особливо важливо мати низький загальний перехідний опір у паяних з'єднаннях 50, щоб запобігти перешкодам у системі.

При великих струмах і напругах високий перехідний опір створює тепло в паяному з'єднанні, яке може пошкодити та/або розплавити останнє. З цієї причини важливо мати низький перехідний опір у паяному з'єднанні,

оскільки з'єднання також має витримувати високі зворотні струми в залізничній операційній системі. З подібної причини також важливо, щоб перехідний опір був низьким у захисних заземленнях.

Фіг. 11 являє собою графік напруги/струму/температури процесу паяння згідно з попереднім рівнем техніки;

На Фіг. 12A і B зображено діаграми напруги/струму/температури нового процесу паяння. Порівняно з існуючим дуговим штифтовим паянням, немає такого ж сильного стрибка струму, коли виникає коротке замикання. Як криві напруги, так і криві струму є порівняно більш постійними з часом. Графік показує, що даний винахід забезпечує оптимальне керування процесу паяння. Отже, температури під час процесу паяння також можна регулювати та контролювати, що є необхідною умовою для отримання паяння без мартенситу.

Порівняно з деяким паянням без мартенситу відомого рівня техніки, пристрій і спосіб за даним винаходом можуть включати двофазний процес, в якому напруга автоматично контролюється для забезпечення тепла за допомогою першої електричної потужності протягом першої частини загального часу паяння, і другої електричної потужності протягом другої частини загального часу паяння. Переважно, перша електрична потужність встановлена на значення для швидкого нагріву місця паяння, а друга електрична потужність є нижчою, ніж перша електрична потужність, і становить значення для підтримки досягнутої температури на місці паяння.

Фіг. 12A являє собою графік напруги/струму/температури процесу паяння згідно з новим способом, застосованим до першої площі поперечного перерізу. Сильною стороною нового способу є можливість досягти паяння більших площ поперечного перерізу. Площа поперечного перерізу, що спаяна і служить підґрунтям графіку Фіг. 12A, становить 16 квадратних мм. Фіг. 12B являє собою графік струму/напруги/температури процесу паяння згідно з новим способом, застосованого до другої площі поперечного перерізу. Площа поперечного перерізу, що спаяна і служить підґрунтям графіку Фіг. 12B, становить 120 квадратних мм.

На Фіг. 13 показано вигляд спереду головної панелі введення для введення параметра(ів) паяння. Кнопки введення, клавіші або ручки передбачені для введення налаштувань, тобто, багаторазово натискаючи кнопку налаштувань, список прокручується, щоб вибрати налаштування зі списку попередньо визначених налаштувань для різних площ поперечного перерізу, наприклад, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95 і 120 квадратних міліметрів. Налаштування можуть включати напругу і/або струм, а також періоди часу для забезпечення певної напруги/струму, як додатково показано на Фіг. 12A та 12B. Крім того, панель додатково містить дисплей, який відображає поточне налаштування. Панель додатково може містити запобіжники і/або індикатори керування та кнопку ввімкнення/вимкнення. Крім того, панель введення може додатково мати гнізда для підключення вилок до паяльного пістолета, для підключення заземлення та для підключення зарядного пристрою для заряджання батарей паяльного пристрою.

На Фіг. 14A показана блок-схема регулювання та керування процесом паяння.

На Фіг. 14B показано блок-схему етапів способу. Надано спосіб паяння електропровідної з'єднувальної деталі, наприклад кабельного наконечника, з електропровідного матеріалу із деталлю з електропровідного матеріалу за допомогою процесу паяння з контрольованою температурою, в якому тепло, необхідне для паяння, генерується запалюванням 1410 електричної дуги між вугільним електродом і електропровідним з'єднувальним елементом, причому спосіб включає етапи:

- надання 1401 електропровідного з'єднувального елемента, наприклад кабельного наконечника;
- надання 1401 деталі з електропровідного матеріалу;
- надання 1405 вугільного електрода;
- забезпечення 1405 напруги постійного струму між вугільним електродом і електропровідним з'єднувальним елементом, наприклад кабельним наконечником;
- вимірювання 1415 напруги, що виникає на зазначеній дузі;
- вимірювання 1420 електричного струму зазначеної дуги;
- керування 1425 напругою, прикладеною між зазначеним вугільним електродом і зазначеним електропровідним з'єднувальним елементом і, отже, на зазначеній дузі;
- обчислення 1430 в режимі реального часу, безперервно або постійно, електричної потужності, що виробляється у зазначеній дузі, і де спосіб додатково ключає етапи:
 - вимірювання 1435 струму в зазначеній дузі та напруги на зазначеній дузі безперервно або постійно в режимі реального часу, і
 - обчислення 1440 в режимі реального часу, безперервно або постійно, відповідної виробленої електричної потужності як математичний добуток зазначеного струму та зазначеної напруги, і
 - керування 1445 напругою постійного струму і, таким чином, зазначеною виробленою електричною потужністю, де прикладена напруга постійного струму використовує вугільний електрод як негативний полюс і використовує 1445 електропровідний з'єднувальний елемент як позитивний полюс, і де вугільний електрод має звужуваний, скошений або гострий кінець на кінці, повернутому до електричної дуги.

Процес може додатково включати етапи автоматичної подачі тепла із застосуванням першої електричної потужності протягом першої частини загального часу паяння та надання другої електричної потужності протягом другої частини загального часу паяння. Переважно, перша електрична потужність встановлюється на значення для швидкого нагріву місця паяння, а друга електрична потужність є нижчою, ніж перша електрична потужність, і становить значення для підтримки досягнутої температури на місці паяння.

На Фіг. 15A показана в перерізі частина паяльного пістолета 5 із захоплювальною втулкою 18 у відведеному положенні, а електродний виштовхувач 40 показаний із гвинтом 16 для виштовхувача захисного кільця та гвинтом 17 для електродного виштовхувача. Також показані виштовхані вугільний електрод 6 і захисне кільце 9.

На Фіг. 15B-15E показані альтернативні форми вугільного електрода, що має різні верхні кути β та кути скосу α , як показано на Фіг. 15F. Вугільний електрод може мати круглий або прямокутний, зокрема, квадратний переріз. Переважним є круглий поперечний переріз. Таким чином, вугільний електрод має гострий або скошений

кінець, переважно з верхнім кутом Beta β від 90 до 150 градусів, і більш переважним кутом від 100 до 140 градусів і навіть більш переважно від 110 до 130 градусів, і найбільш переважно від 118 до 122 градусів.

Основна концепція даного винаходу полягає в поєднанні різних функцій і способів таким чином, щоб вони взаємодіяли в покращеному процесі паяння. Результатом співпраці є новий процес паяння, який не включає структурних змін або утворення мартенситу, що економить енергію, а також полегшує паяння великої площі поперечного перерізу провідника, що має бути спаяний. У процесі паяння використовується вугільний електрод, довжина та діаметр якого впливає на опір в електричному колі, і в якому вугільний електрод має гострий або скошений кінець і діє як буфер температури та розподільник тепла. Крім того, електрична дуга підтримується між вугільним електродом і гладким кінцем кабельного наконечника, див. нижче, що має стабілізуючий ефект на дугу та протидіє тенденції до зміни струму з часом.

Кабельний наконечник має щонайменше один гладкий кінець з компактного електропровідного матеріалу, на який діє електрична дуга від вугільного електрода. Нижня сторона кабельного наконечника має затискач з твердого припою, який закріплюється під час виготовлення. Процес паяння створює паяне з'єднання великої площі, що призводить до нижчого загального електричного перехідного опору. Флюс присутній між кабельним наконечником і паяльним затискачем, а також флюс присутній між паяльним затискачем і деталлю, причому флюс, твердий припій і процес паяння відповідним чином адаптовані один до одного. Твердий припій підходить для м'якого паяння і, отже, активний у діапазоні низьких температур, забезпечуючи таким чином паяння без мартенситу.

Переваги захисного кільця в процесі паяння, яке складається, наприклад, з металу або іншого подібного матеріалу, полягають у тому, що загальний процес вимагає менше енергії, а також процедура заземлення є полегшеною порівняно з попередніми процедурами. Заземлення через захисне кільце усуває потребу в спеціальних заземлювальних контактах, наприклад заземлювальних клемах або магнітних заземлювальних контактах, а також потребу в спеціальній підготовці заземлювального носія. Оскільки в кожній ситуації заземлення використовується нове захисне кільце, контактні поверхні завжди гарантовано чисті.

Механізм згідно з винаходом зменшує довжину контуру заземлення та усуває додатковий перехідний опір, а також джерела вторинних іскор і дуг між кабельним наконечником і деталлю. Форма захисного кільця разом із захоплювальною втулкою захищає оператора від електричної дуги та гарячих газів під час процесу паяння.

Застосування металевих захисних кілець впливає на процедуру паяння через те, що вона використовує більше енергії, що виділяється у вигляді тепла, і спрямовує її до кабельного наконечника.

Тому щоб досягти задовільного паяння з огляду на температуру, для процесу паяння не потрібно подавати так багато електричної енергії.

За допомогою раніше відомих способів загальний власний опір у колі можна вважати постійним. Нижче енергопостачання на практиці має означати коротший час процесу. Однак тоді час стає занадто коротким для досягнення задовільного паяння.

Шляхом регулювання додаткового опору і/або регулювання напруги можна контролювати тривалість процесу паяння, і таким чином можна досягти задовільного паяння без мартенситу з мінімальними витратами енергії та, крім того, температуру в основному матеріалі/деталі також можна контролювати.

З деякими раніше відомими способами були прийняті великі запаси щодо виробленої електричної потужності в процесі, а також загальної випромінюваної енергії, а також загальної тривалості процесу. Струм обмежувався або шляхом включення фіксованого електричного опору в коло, або альтернативно шляхом переривання процесу, коли необхідна кількість випромінюваної енергії була спожита. Не враховувалися зміни напруги батареї залежно від стану заряду батареї, характеристик розряду або інших факторів, а також зміни струму під час однієї й тієї ж операції паяння залежно від зміни довжини електрода або коливань дуги, або зміни струму між різними випадками паяння в залежності від зміни висоти підйому. Ці варіації разом із простими неадекватними механізмами для оцінки кількості випромінюваної енергії призвели до різного часу та різної вихідної потужності для порівнянних в інших аспектах процесів паяння, а також до труднощів у контролі температури у відповідних матеріалах.

У вищеприписаному новому процесі паяння, показаному на Фіг. 14, температурою паяння та залежним від останньої утворенням мартенситу можна керувати шляхом обчислення електрично виробленою потужності та регулювання останньої в реальному часі за допомогою аналогової процедури або цифрової процедури з високою роздільною здатністю. Вироблена потужність розраховується шляхом миттєвого вимірювання струму та напруги, а фактична потужність обчислюється як математичний добуток цих величин. Обчислений результат обробляється і подається в блок обробки, вихідний сигнал якого впливає на блок регулювання напруги. Таким чином регулюється напруга, а отже, і сила струму, а вироблена електрична потужність регулюється до відповідного значення. Блок обробки, який може існувати або як окремий блок або може бути включений в електронний блок 2, обробляє дані у формі значень струму та напруги, дані від передавачів та робочих регулювань, зовнішніх підключених блоків, а також виміряний час, що минув, і обробляє ці дані з урахуванням фізичних, математичних і логічних структур таким чином, щоб з часом відбувалося відповідне регулювання виробленої потужності.

Як приклад, введені дані оператора про площу поперечного перерізу провідника використовуються процесором, який виконаний з можливістю налаштування керуючого сигналу для керування напругою для вироблення струму, який виробляє потрібну кількість потужності для нагріву та підтримки придатної температури під час паяння.

Крім того, оскільки регулювання не залежить від опору силового кола, немає необхідності мати фіксований резистор, і, відповідно, є економія енергії, оскільки цей резистор виробляє зайве тепло. Крім того, більша кількість енергії може бути відібрана від батарей, оскільки в кінці циклу розряду батареї все ще можуть керувати процесом, незважаючи на низький рівень напруги, оскільки немає постійного резистора. Крім того, утворення дуги в початковій точці процесу полегшується з двох причин, з одного боку, оскільки висота підйому електрода, а отже,

довжина дуги та, відповідно, наступна початкова інерція можуть бути мінімізовані без будь-якого ризику надмірних струмів, які в деяких попередніх способах спричиняли проблеми з температурою та технологічні проблеми з регулюванням, і, з іншого боку, набагато вищі значення струму та напруги, ніж були можливі досі, дозволені на початковій точці процесу без обмеження постійним резистором, і, отже, може бути забезпечений надійний запуск процесу.

У вищеописаному новому процесі паяння вищезазначений блок обробки також може бути виконаний з можливістю обробки сигналів від зовнішніх передавачів, наприклад, датчиків температури, а також робочих регулювань, значення яких впливають на вихідні дані блоку обробки. Крім того, обробляються сигнали від зовнішніх пристроїв, іких як зарядні пристрої батарей, генератори та двигуни; ці сигнали також обробляються в блоці обробки, коли виробляються відповідні керуючі сигнали у формі вихідних даних, щоб таким чином також регулювати цей вигляд блока(ів).

Лише деякі варіанти здійснення винаходу були проілюстровані на кресленнях, але потрібно зазначити, що багато інших модифікацій можуть бути передбачені в межах наступної формули винаходу.

У переважному варіанті здійснення вугільний електрод має звужуваний, гострий або скошений кінець, що має верхній кут β від 70 до 150 градусів, більш переважно має верхній кут від 70 до 110 градусів, і ще більш переважно має верхній кут під кутом від 90 до 110 градусів.

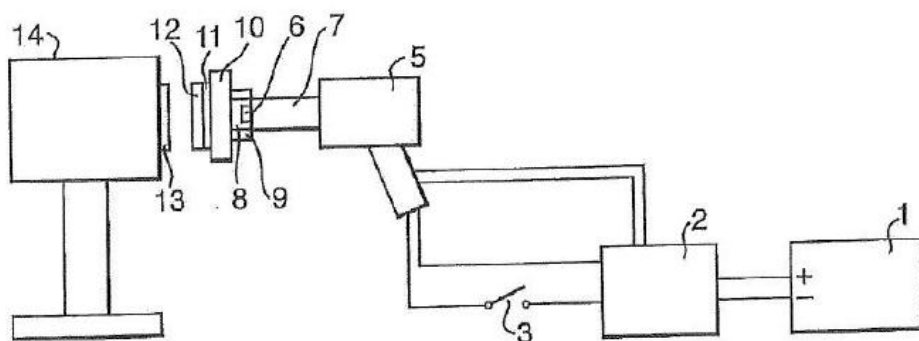


Fig. 1A

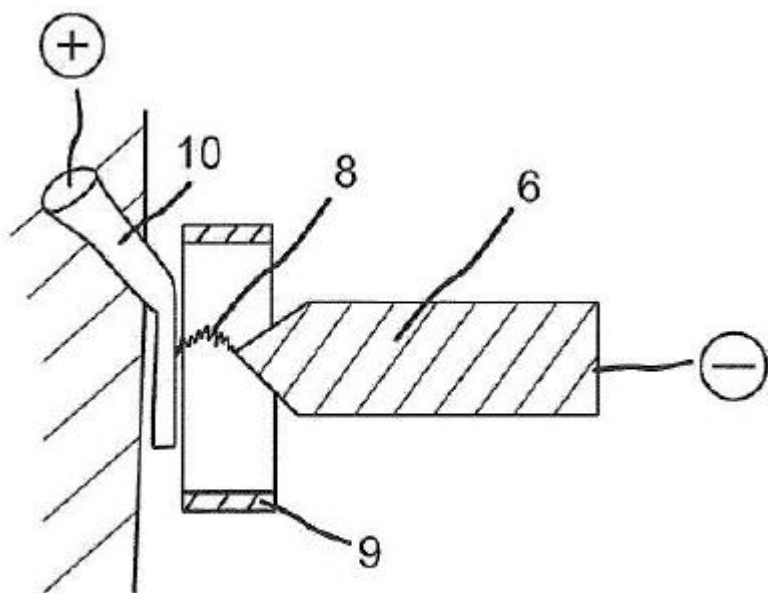
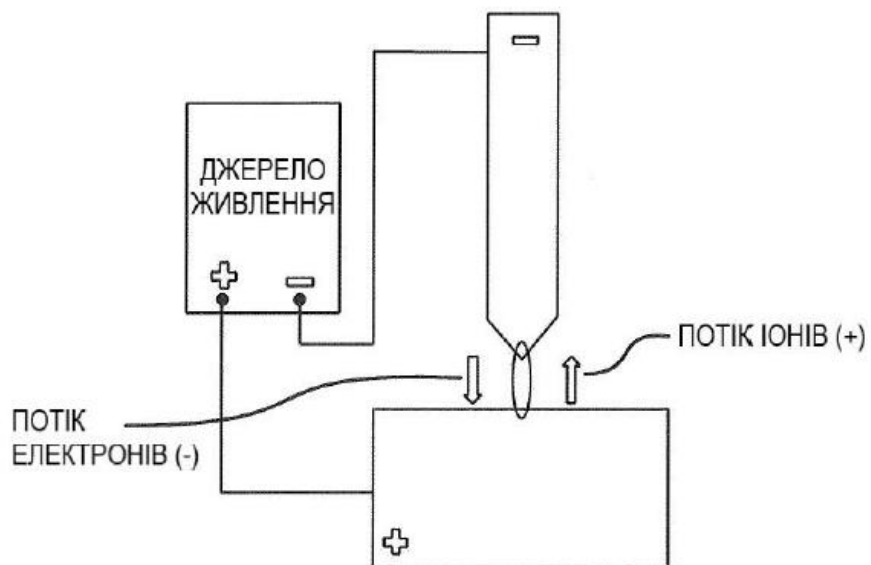
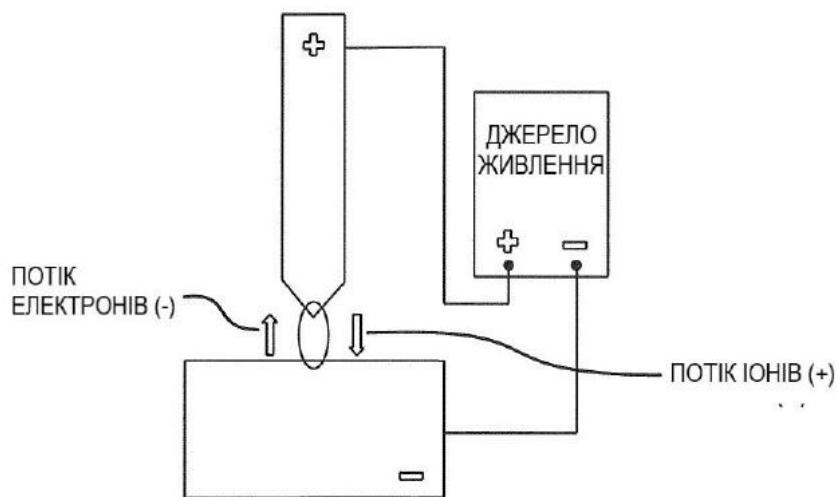


Fig. 1B



Фиг. 1С



Фиг. 1D

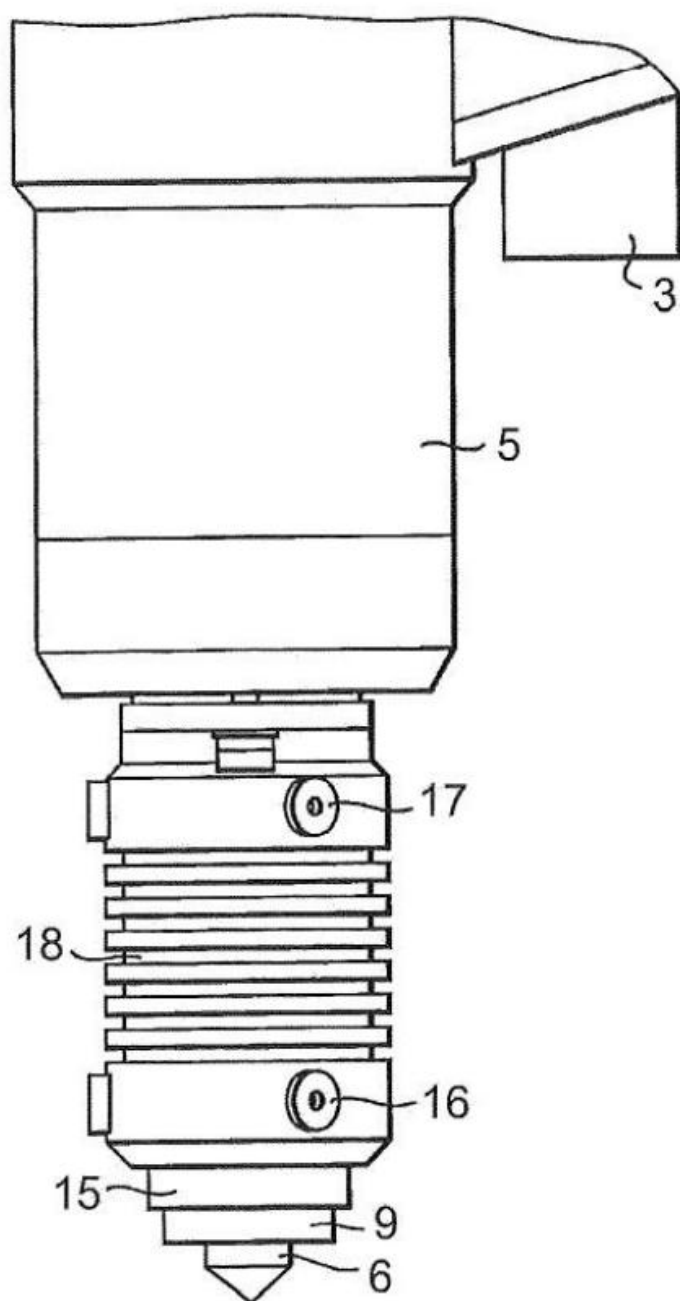


Fig. 2

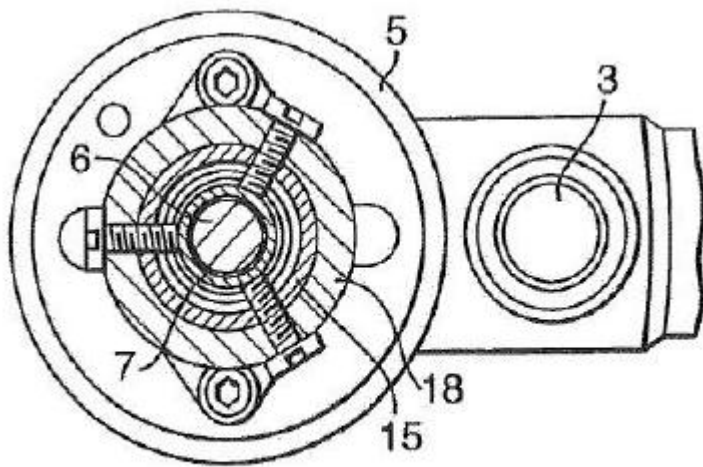


Fig. 3

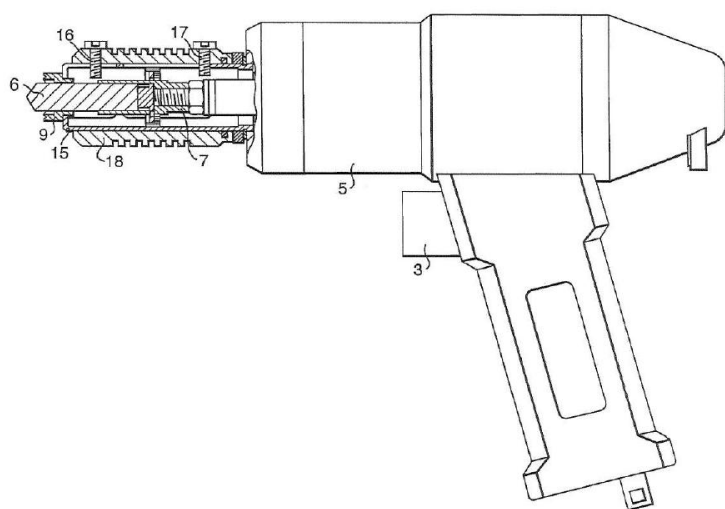


Fig. 4

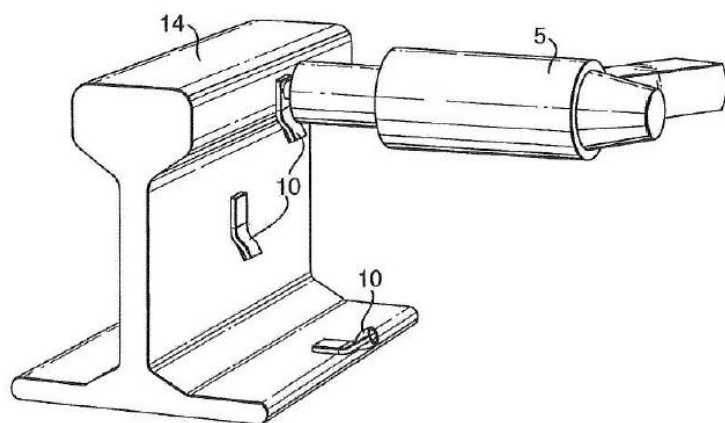
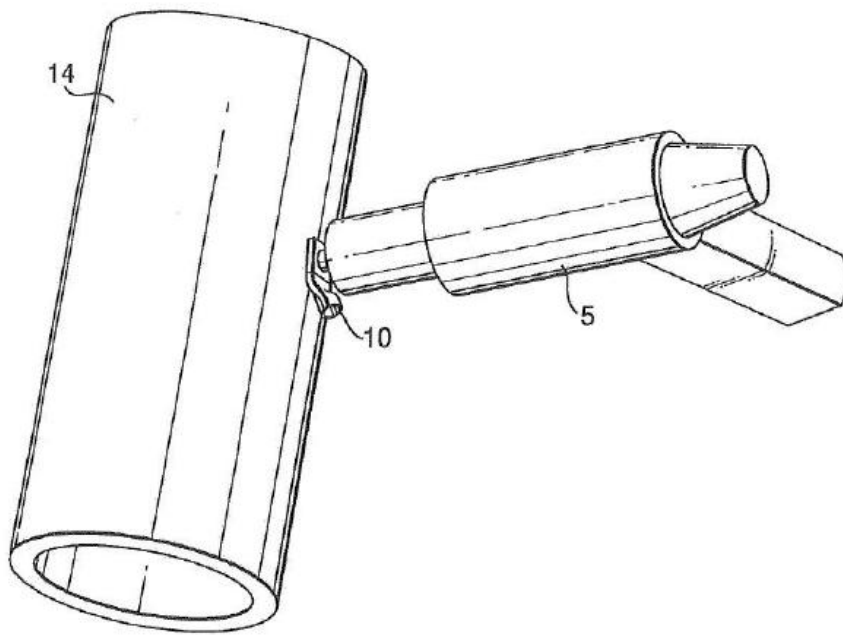
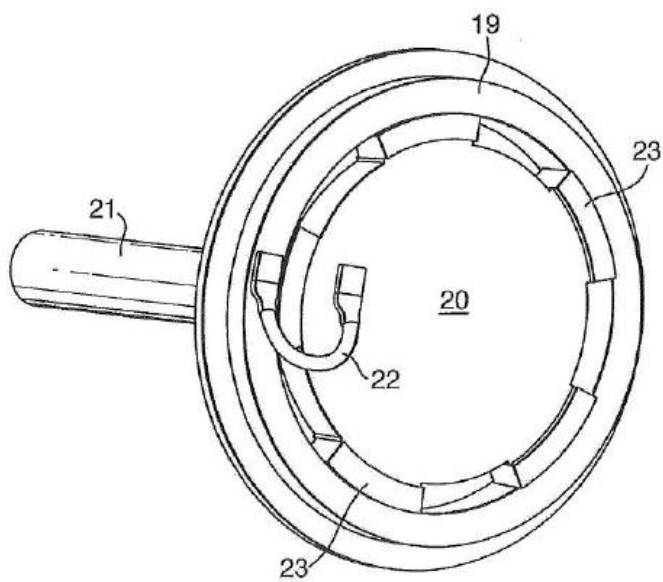


Fig. 5



Φir. 6



Φir. 7

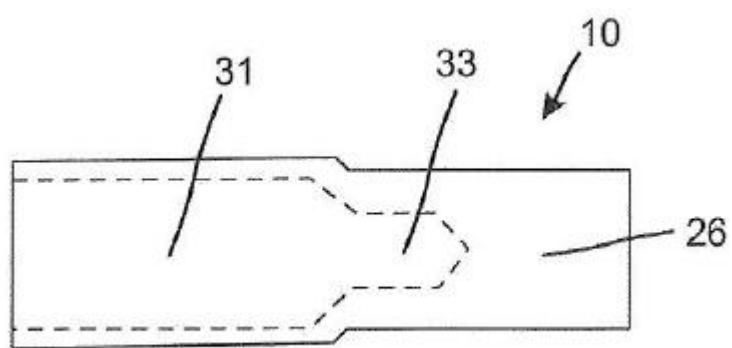
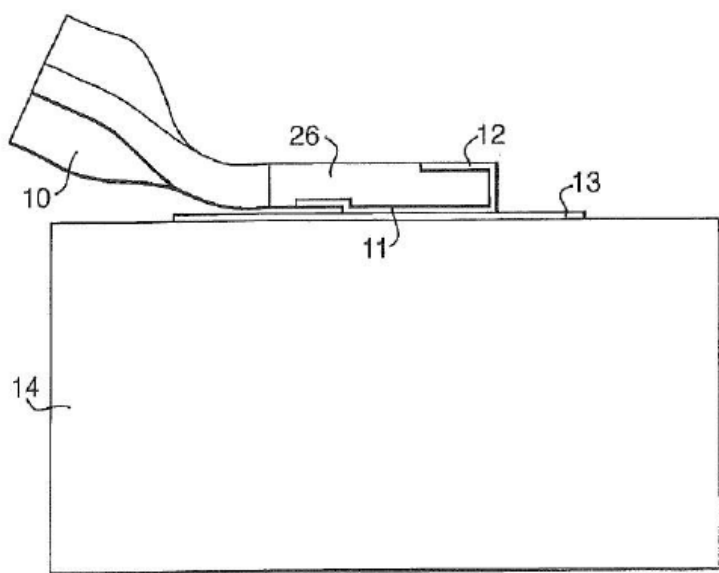
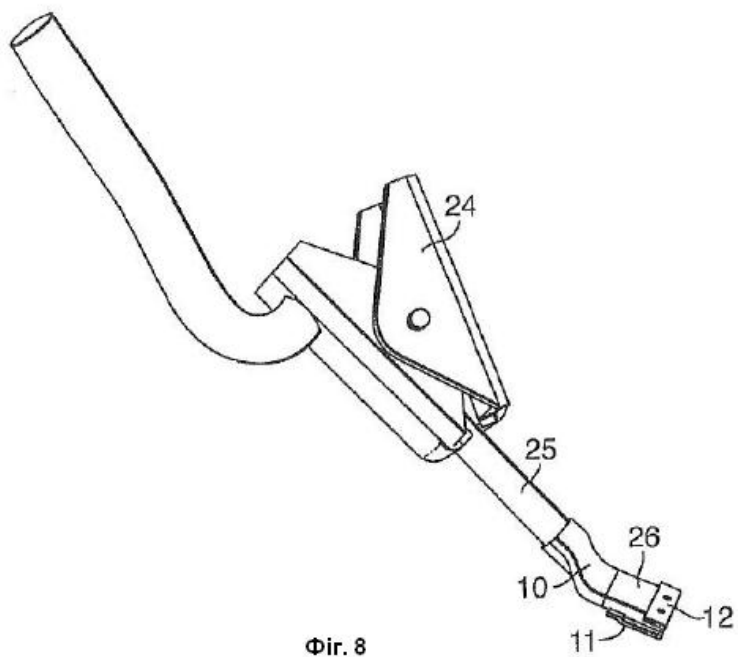




Fig. 10B

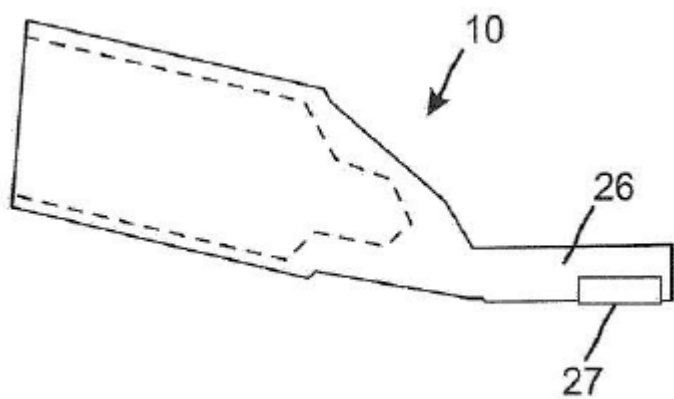


Fig. 10C

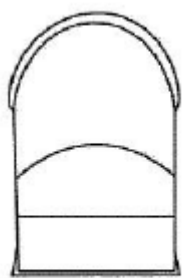


Fig. 10D

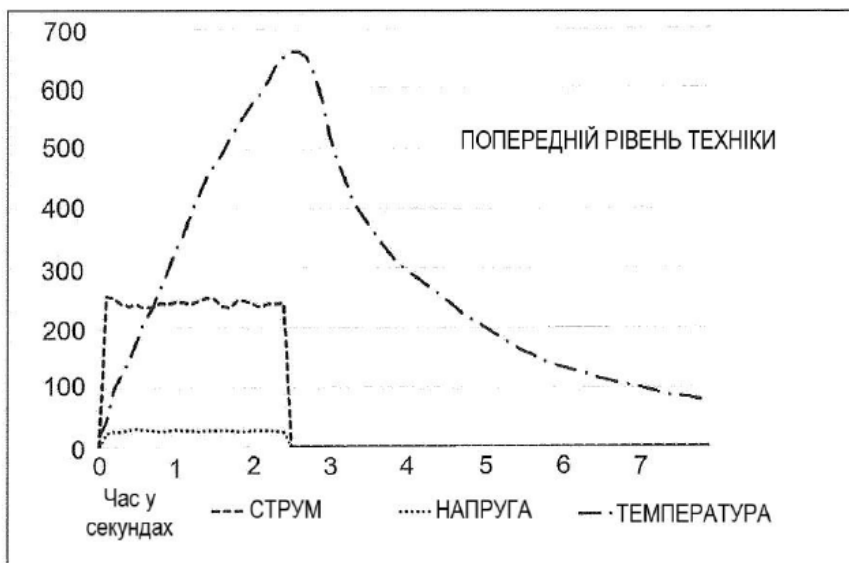


Fig. 11

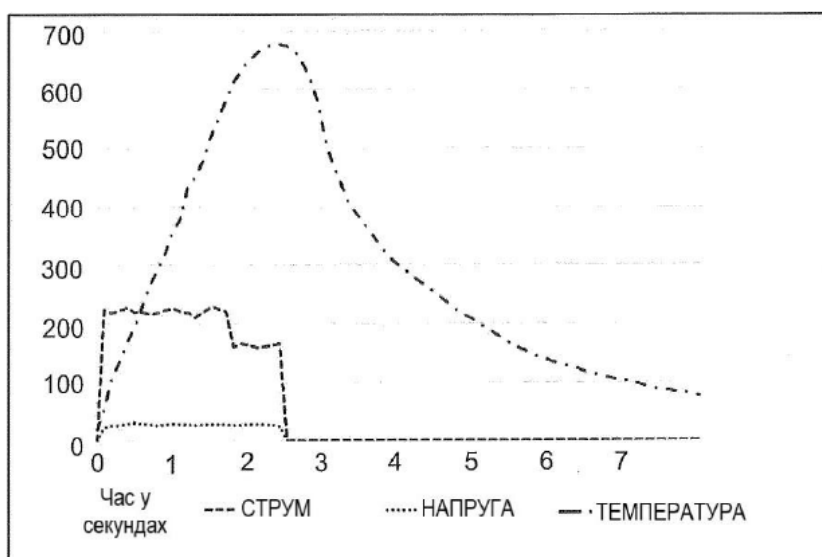
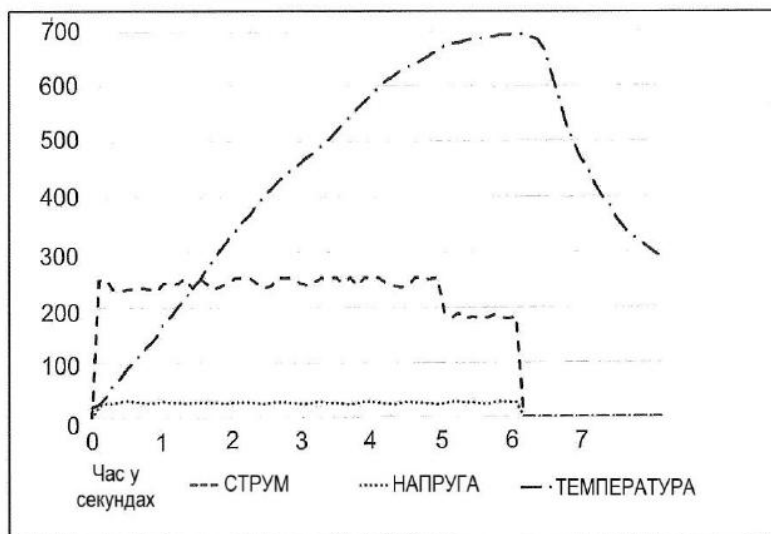
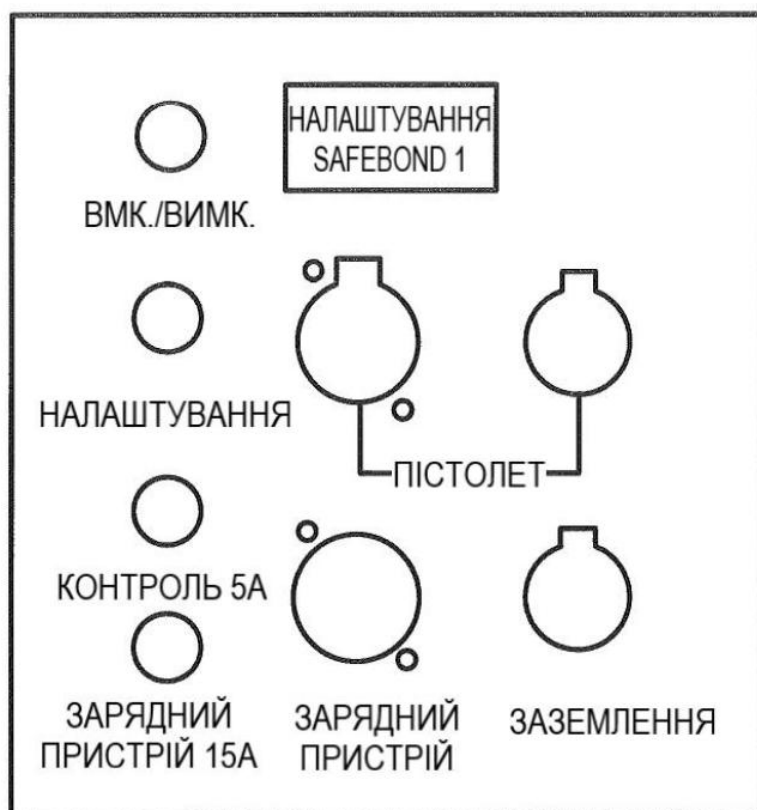


Fig. 12A



Фіг. 12В



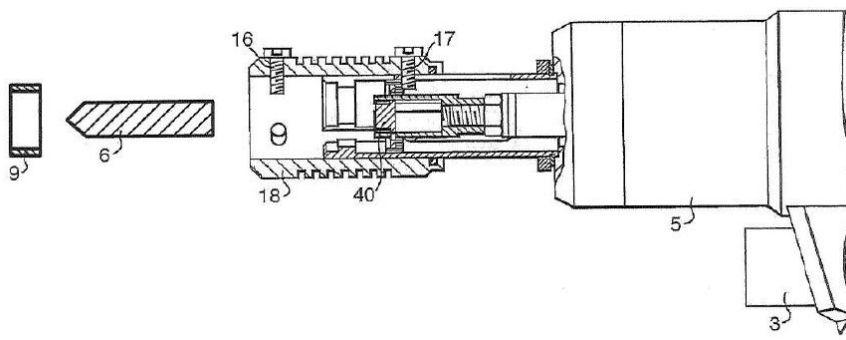
Фіг. 13



Фиг. 14А



Fig. 14B



Φir. 15A



Φir. 15B



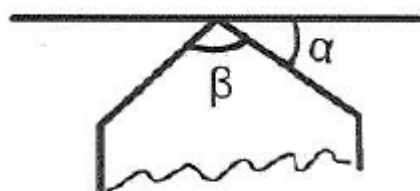
Φir. 15C



Φir. 15D



Φir. 15E



Φir. 15F