



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108178** (13) **U**

(51) МПК (2016.01)

B23K 9/04 (2006.01)**B22D 19/00****B23K 26/00**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21) Номер заявки: **u 2015 12251**(22) Дата подання заявки: **10.12.2015**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **11.07.2016**(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **11.07.2016, Бюл. № 13**

(72) Винахідник(и):

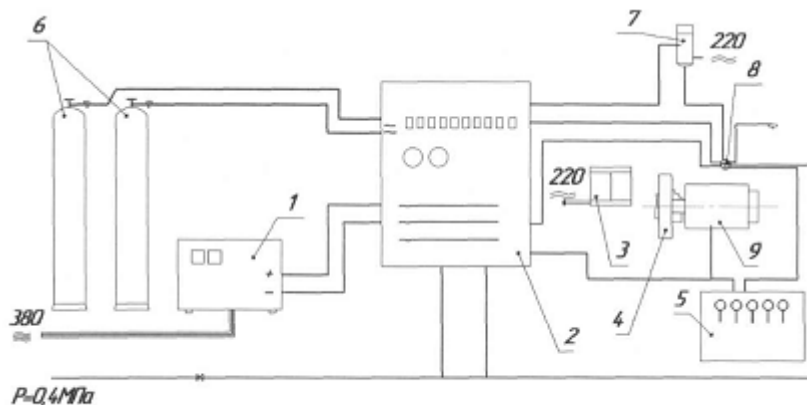
**Галич Олександр Анатолійович (UA),
Аранчій Валентина Іванівна (UA),
Махмудов Ханлар Зейланович (UA),
Горб Олег Олександрович (UA),
Слинько Віктор Григорович (UA),
Березницький Віктор Іванович (UA),
Багмет Станіслав Олександрович (UA),
Федій Богдан Сергійович (UA),
Бєловол Світлана Анатоліївна (UA),
Прасолов Євген Якович (UA),
Шкрябун Богдан Михайлович (UA)**

(73) Власник(и):

**ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА
АКАДЕМІЯ,
вул. Григорія Сковороди, буд. 1/3, м.
Полтава, 36003 (UA)****(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЛАЗМОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

(57) Реферат:

Пристрій для наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки має джерело живлення, пульт керування, осцилятор, рушій-обертач з затискачем, баластний опір, балони з газом, порошковий завантажувач, плазмотрон, наплавлену деталь. Додатково пристрій має стіл-площину з закріпленими і з'єднаними між собою штангою кронштейнами, з координаційними з'єднаними між собою планкою опорним і робочим візками, що знаходяться в зачепленні по канавці: опорний візок з елементом - з копіром-пантографом, робочий візок - з плазмовим пальником. Порошковий завантажувач гнучкою трубкою з'єднаний з плазмовим пальником.

**Fig. 1****UA 108178 U**

Технічне рішення за корисною моделлю належить до технології плазмового наплавлення циліндричних деталей складного профілю і може знайти застосування в машинобудуванні та при ремонті виробів сільськогосподарської техніки.

Відома установка плазмового наплавлення і зварювання, яка має стержневий неплавкий електрод плазмотрона і мундштук для аксіальної подачі плавкого електрода через плазмотрон. Джерелами живлення постійного струму є: один із жорсткою характеристикою для плавкого електрода, другий - із кругоспадною вольт-амперною характеристикою - для плазмової дуги. Недоліком є нерівномірне нагрівання плазмовою дугою плавкого електрода - порошкового дроту, плющеньки (Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учебн. пособие для вузов/ под ред. А.Г. Григорьянца. - М.: Изд-во МГТУ им. М.Э. Баумана, 2006 г.). Для габаритних деталей низька продуктивність наплавлення. Установка громіздка та дорога через наявність двох джерел живлення і має великі енерговитрати на наплавлення.

Відома установка для плазмового наплавлення з аксіальною подачею плавкого електрода, що має плазмотрон з кільцевим неплавким електродом і плазмової дуги постійного струму для дуги плавкого електрода (Автор свід. № 15577190 СССР, МКИ В23К 10/00 Плазмовий пальник. Дудко Д.А., Грановський А.В., Корниенко А.Н., Гавриш П.А.).

Недоліками є: громіздкість установки і велика маса плазмотрону, бо кільцевий неплавкий електрод виготовляється із міді та витримує струми до 180А, що недостатньо для ефективного нагріву плавкого електрода.

Відома установка плазмового типу, що прийнята за прототип - [Макаренко М.А. Усовершенствование плазмотрона и установки для плазменной наплавки. Автоматическая сварка, 1998. - с. 40-43, а1, має джерело живлення постійного струму, з'єднане з плавким електродом, виробом і стержневим неплавким електродом плазмотрону. Неплавкий електрод стержневого типу виготовляється із вольфраму і витримує струм значно вище 180А.

Установка має недоліки: для нагріву плавкого електрода слід збільшувати струм плазмової дуги, що збільшує тепловиділення у виріб, глибину проплавлення основного металу. До того ж, нагрів плавкого електрода проходить більш інтенсивно зі сторони неплавкого електрода. Це викликає пропалювання оболонки дроту, просипається шихта, забруднюється плазмотрон, погіршується якість наплавлення. Використання установки можливе лише в автоматичному режимі, що забезпечить прямолінійність плавкого електрода.

Відомі установки за способом відновлення циліндричних чавунних деталей, що включають операції електродугового багатопрохідного наплавлення по гвинтовій лінії, подачі в зону наплавлення кисню та природного газу, охолодження в навколишньому повітряному середовищі та токарну обробку відновлюваних деталей з номінальними розмірами (автор, свід. СРСР № 297443, Кл. В23К 9/6, 1971).

Основні недоліки: багатопрохідне електродугове наплавлення шляхом нанесення шару по довжині деталі призводить до перегрівання і різкого переходу чавуну з твердого в рідкий стан. До наступного недоліку слід віднести перевитрати зварювальних і допоміжних матеріалів, електроенергії, збільшення затрат праці та зниження продуктивності технологічного процесу.

На вітчизняному ринку установки і апарати для плазмового наплавлення складають технічні рішення, які забезпечують необхідну якість наплавлених покриттів, в основному, на струмі прямої полярності.

Нині в ремонтному виробництві використовуються способи плазмового наплавлення для відновлення сільськогосподарської техніки.

При напавленні складнопрофільних поверхонь існують труднощі по забезпеченню переміщенню по визначеній траєкторії, налаштуванню і регулюванню швидкості наплавлення. При відновленні деталей типу "шнек" - необхідно напавляти циліндричну поверхню по гвинтовій лінії з великим кроком. Налаштування траєкторії переміщення плазмотрона і параметрів режиму наплавлення викликають труднощі при використанні існуючої техніки.

Пропонується технічне рішення по напавленню складнопрофільних поверхонь, яке виключає труднощі по настройці параметрів режимів наплавлення та по забезпеченні переміщення по визначеній траєкторії, настройці і регулюванню швидкості наплавлення і дозволяє автоматизувати технологічний процес на струмі оберненої полярності.

Для плазмового наплавлення деталей шнеків циліндричної форми розроблено пристрій копіро-пантографного типу з установленим режимів наплавлення в автоматичному режимі за комп'ютерною програмою і керуванням технологічним процесом. Цим шляхом досягається отримання високотвердих структур наплавлення і зносостійкості поверхні основного металу. Продуктивність плазмового наплавлення досягає 1 кг/год. при частці основного металу в

наплавленому шарі до 10 %, що досягається за рахунок оптимального розподілу тепловкладання.

Виконаний заявником аналіз рівня техніки, який вимагає пошуку по патентних і науково-технічних джерелах інформації, виявлення джерел, які містять відомості про аналоги заявленої корисної моделі, дозволив встановити, що заявник не виявив аналога, що характеризується ознаками ідентичними істотним ознакам заявленого технічного рішення. Визначення із переліку виявлених аналогів прототипу, як найбільш близького до істотних ознак аналога, дало можливість виявити сукупність істотних відносно передбаченого результату, відомих ознак в заявленому рішенні, яке виявлено в формулі корисної моделі. Отже, заявлене технічне рішення за корисною моделлю відповідає умові "новизна".

Збереження ресурсу відновлених деталей, закладеного при їх проектуванні, можливе лише тоді, коли технологічні властивості сплаву будуть близькі до властивостей сплаву, з якого виготовлена заводська деталь.

Враховуючи те, що нерівномірність зносостійкості наплавленого шару неможливо повністю усунути через хаотичність термічних процесів, тому на практиці слід задаватися висотою наплавленого шару, тобто задаватися такими припущеннями на механічну обробку, яка б забезпечила отримання номінального розміру зносостійкості поверхні виробу.

Задача технічного рішення за корисною моделлю - створити пристрій для плазмового наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки включає джерело живлення, пульт керування, осцилятор, рушій-обертач із затискачем, баластний опір, балони з газом, порошковий завантажувач, плазмотрон, наплавлену деталь та додатково додається стіл-площина з закріпленими і з'єднаними між собою штангою кронштейни, з координаційними з'єднаними між собою планкою опорним і робочим візками, що знаходиться в зачепленні по канавці: опорний візок з елементом - з копіром-пантографом, робочий візок - з плазмовим пальником, а порошковий завантажувач гнучкою трубою також з'єднаний з плазмовим пальником.

Суть запропонованого технічного рішення пояснюється кресленнями:

На фіг. 1 зображено загальний вигляд пристрою плазмово-порошкового наплавлення на струмі оберненої полярності.

На фіг. 2 зображено на пристрої операція плазмово-порошкового наплавлення деталей циліндричної форми типу "шнек".

На фіг. 3 зображено на пристрої операція виміру зношування деталей шнека.

На фіг. 4 зображена залежність висоти направлено шару від сили струму та швидкості наплавлення.

На фіг. 5 зображена залежність висоти наплавленого шару від сили струму та витрати порошку.

На фіг. 6 зображена залежність висоти наплавленого шару від швидкості наплавлення та витрати порошку.

Де позначено:

- 1) джерело живлення;
- 2) пульт керування;
- 3) осцилятор;
- 4) рушій-обертач із затискачем;
- 5) баластний опір;
- 6) балони з газом;
- 7) порошковий завантажувач;
- 8) плазмотрон;
- 9) наплавлена деталь;
- 10) стіл-площина;
- 11) копір-пантограф;
- 12) муфта;
- 13) підтримувач-затискач;
- 14) кронштейн;
- 15) штанги;
- 16) опорний візок;
- 17) робочий візок;
- 18) елемент зчіплювач;
- 19) плазмовий пальник;
- 20) планка з'єднання;

- 21) кронштейн-підтримувач;
- 22) гнучка трубка;
- 23) індикатор годинникового типу;
- 24) штативи;
- 25) комп'ютер.

5

Пристрій включає стіл-площину 10 з рухомим рушієм-обертачем з затискачем 4, в якому закріплено копір-пантограф 11 співвісно з оброблюваною деталлю 9 циліндричної форми за допомогою муфти 12. Вільний кінець деталі 9 підтримується тримачем 13. На столі-площині 10 закріплені кронштейни 14, які з'єднані між собою штангою 15 з координаційними опорним 16 і робочим 17 візками. Опорний візок 16 забезпечений елементом 18, який знаходиться в зачепленні по канавці копіра-пантографа 11, а робочий з плазмовим пальником 19. Між собою візки з'єднані планкою 20. На столі-площині 10 за допомогою кронштейна 21 кріпиться порошковий завантажувач 7, який з'єднаний з плазмовим пальником 19 гнучкою трубкою 22. Після наплавлення деталь 9 обмірюють з визначенням товщини і ширини наплавленого шару.

10

15

На стіл-площину 10 встановлюються штативи 24 з індикаторами годинникового типу 23, які з'єднані згідно з програмою з комп'ютером 25 для обробки результатів досліджень.

Приклад виконання.

Запропоновано технологічний процес відновлення деталей із корозійностійких сталей, які мають протяжну зношену поверхню 2,5-3 мм на діаметр з твердістю 50...60 HRC і місцеві механічні пошкодження у вигляді сколів, рисок, вм'ятин глибиною 4 мм.

20

Основними вихідними даними для розробки технології відновлення шнека сталі - це інформація про зношування деталей, розподіл значень зношення, характер і кількість дефектних ділянок на робочих поверхнях.

Зношування визначається вимірюванням діаметральних розмірів деталей шнека по довжині з кроком 50 мм. Шляхом порівняння отриманих результатів згідно з технічними умовами і гранично допустимих значень зазору, при якому можлива експлуатація, проводиться дефектація деталей.

25

Спершу виконується підготовка поверхні під наплавлення, тобто механічна обробка зовнішнього діаметра шнека для видалення раніше наплавленого шару. Операція здійснюється на круглошліфувальному верстаті. Для видалення з поверхні деталі забруднень, решток масел і змащувально-охолоджуючих рідин використовується технічний розчин Лабомід-М із концентрацією 25...40 г/л при температурі 60...80 °C протягом 10...15 хв. Операція завершується обполіскуванням деталі в гарячій воді.

30

Далі проводиться плазмово-порошкове наплавлення. Порошки просіюються через лабораторні сита з чарунками 90...355 мкм для видалення забруднень, отриману масу просушують при 250...350 °C протягом двох годин.

35

Попередній підігрів деталі здійснюється в печі при 300...350 °C протягом 20 хвилин. Можна підігрівати плазмовою дугою силою струму 60...80 А з обов'язковим контролем температури шнека контактним термометром "Testo 735". Послідовність операцій технологічного процесу приймається згідно з таблицею 1.

40

Таблиця 1

Послідовність операцій технологічного процесу
відновлення деталей циліндричної форми типу "шнека" сільськогосподарської техніки

№	Назва операції	Розряд роботи	Норма часу, хв.	Примітка
1	Миття	3	5	
2	Визначення дефектів	5	10	
3	Шліфувальна: корпуса (сорочка)	5	20	
4	Шліфувальна: шнека	4	15	
5	Контрольна	5	10	
6	Наплавлення	4	30	
7	Слюсарна	3	15	
8	Шліфувальна	3	20	
9	Контрольна	5	10	
10	Консервація	3	15	

Режим наплавлення визначається згідно з таблицею 2 залежно від висоти та ширини наплавленого шару. Висота наплавлення розраховується за формулою:

$$R_H = \frac{D_{\text{cop.}} - d_{\text{шн.}} + k}{2},$$

де $D_{\text{cop.}}$ - внутрішній діаметр корпусу-сорочки після розточування, мм;

$d_{\text{шн.}}$ - зовнішній діаметр шнека після механічної обробки поверхні під наплавлення, мм.

Таблиця 2

Режими плазово-порошкового наплавлення на струмі оберненої полярності

Висота наплавлення h_n , мм	Сила струму, А	Швидкість Наплавлення м/год.	Витрати газів, л.хв.			Витрата порошкової суміші г/хв.
			Плазмово- утворюю- чого	Транспортуючого	Захисного	
до 2,0	90-110	13,25-15,57	3,7-5,8	3,7-5,8	7,8-9,8	85-95
до -2,5						95-100
до -3,0	100-110	12,15-+3,35				100-110
до -3,5						110-120
до -4,0	110-120	11,1-12,45				110-120

5

Встановлюється в визначеному положенні копір-пантограф 11, який жорстко з'єднаний з деталлю 9 циліндричної форми муфтою 12. Вільний кінець деталі 9 підтискається центром підтримувачем-затискачем 13. Опорний 16 і робочий 17 візки встановлюються у визначених однойменних точках гвинтових поверхонь копіра-пантографа і циліндричної деталі та жорстко закріплюються планкою 20. Рухомий рушій-обертач 4, який встановлено на столі-площині 10 за допомогою підтримувача-затискача 13 передає рух обертання копіру-пантографу 11 і деталі 9. Елемент 18, що встановлений в канавці копіра-пантографа 11, переміщується по заданій гвинтовій поверхні канавки. Жорстке з'єднання між опорним 16 і робочим 17 візками забезпечують переміщення плазового пальника 19 по траєкторії руху елемента 18, що дозволяє виконувати наплавлення деталі 9 по гвинтовій лінії з заданим кроком. На столі-площині 10 за допомогою кронштейна 21 кріпиться порошковий завантажувач 7, який з'єднаний з плазовим пальником 19 гнучкою трубкою 22. Після наплавлення деталь 9 обмірюють з визначенням товщини і ширини наплавленого шару. На стіл-площину 10 встановлюється штатив 24 з індикатором годинникового типу 23, які з'єднані згідно з програмою з комп'ютером 25 для обробки результатів досліджень.

10

15

20

Визначення впливу режимів наплавлення на формування металу проводимо методом матричного планування дослідів. Як відгук приймаємо значення висоти наплавлення H , так як це найбільш значимий фактор. Прогнозування оптимальної висоти і ширини покриття дозволяє скоротити наступну механічну обробку і призначити потрібну кількість проходів при напавленні. Фактори впливові на показники висоти і ширини наплавлення, це: сила зварювального струму I , А швидкість наплавлення V_H , м/год., витрати присадкового порошку M , кг/год., при $k=3$. Дослідження проводимо згідно з матрицею планування дослідів.

25

Для зменшення дії на результати дослідів, коливання напруги в мережі та зміни температури в приміщенні дослідів виконують у випадковому порядку. За результатами попередніх дослідів визначено, що в подальших дослідях варіювання сили струму слід здійснювати в межах $X_1(I)$ 105...125 А, швидкість наплавлення $X_2(V_H)$ 10...15 м/год., витрати порошку $X_3(M_H)$ 1,5....2,0 кг/год.

30

За результатами досліджень побудовані рівняння регресії з натуральними значеннями:

$$H = 1,664 - 0,1I - 0,95V_H + 2,25M_H + 0,31I \cdot V_H + 0,29I \cdot M_H - 0,81V_H \cdot M_H - 1,01I \cdot V_H \cdot M_H;$$

35

$$B = 13,054 - 2,02I - 1,95V_H + 1,76M_H + 1,02I \cdot V_H + 1,54I \cdot M_H + 0,25V_H \cdot M_H - 1,02I \cdot V_H \cdot M_H.$$

Аналіз рівнянь регресії свідчить, що найбільший вплив на висоту наплавленого шару, у вибраних інтервалах варіювання - це кількісні витрати порошкового матеріалу і швидкість наплавлення, а також поєднаний вплив сили струму, швидкості наплавлення і витрати порошку. А на ширину наплавленого шару найбільший вплив має сила струму, швидкість наплавлення і витрати порошку, меншою мірою - поєднаний вплив швидкості наплавлення і витрати порошку.

40

Таблиця 3

Результати виробничих випробувань зношування шнеків

Матеріал для наплавлення шнека	Зношування, мм	
	деталей шнека	сорочки шнека
нового	1,43	0,27
складу 89,7 % ПР-НХ17СР4+10,3 % Р6М5Ф3	1,32	0,26
складу 85,7 % ПР-НХ17СР4+14,3 % БХ-2	1,78	0,31
складу 89,7 % ПР-НХ17СР4+10,3 % КХП	1,69	0,39

Проведені дослідження у виробничих умовах, які підтвердили доцільність використання плазмового наплавлення порошків 89,7 % ПР-НХ17СР4+10,3 % Р6М5Ф3, які забезпечують високу зносостійкість наплавленого шару. При цьому ресурс відновлених шнеків на 5...7 % вище, ніж у нових деталей.

Економічна ефективність від впровадження методу плазмового наплавлення на струмі оберненої полярності розраховується:

Витрати на відновлення деталі:

$$B = B_{\text{від}} + B_{\text{мат}} + B_{\text{ел}} = 107,625 + 780,5 + 0,12 = 888,24 \text{ грн},$$

де $B_{\text{від}}$ - вартість відновлення деталі, грн., $B_{\text{мат}}$ - вартість матеріалів для відновлення, грн.,

$B_{\text{ел}}$ - вартість затраченої електроенергії, грн.

Витрати на заробітну плату працівників:

$$B_{\text{від}} = Z_{\text{ел}} + Z_{\text{ток}} = 92,25 + 15,375 = 107,625 \text{ грн},$$

$$Z_{\text{сл}} = T_{\text{н}} + C_{\text{г}} + K_{\text{т}} = 3 + 20,5 + 1,5 = 92,25 \text{ грн},$$

$$Z_{\text{ток}} = T_{\text{н}} + C_{\text{г}} + K_{\text{т}} = 0,5 + 20,5 + 1,5 = 15,375 \text{ грн},$$

де $T_{\text{н}}$ - норма витрат часу на виконання операції, год., $C_{\text{г}}$ - годинна ставка робітників, (приймаємо $B_{\text{г}}=20,5$ грн/год.), $K_{\text{т}}$ - коеф., що враховує доплати до основної заробітної плати, $K_{\text{т}} = 1,5$; $Z_{\text{ел}}$, $Z_{\text{ток}}$ - заробітна плата відповідно слюсаря і токаря.

Вартість матеріалів розраховуємо по наступній формулі:

$$B = \sum_{i=1}^n g_i \cdot C_{\text{і}} = 2,23 \cdot 350 = 780,5 \text{ грн}, \text{ де } g_i - \text{маса (об'єм) використаного матеріалу, кг (л), } C_{\text{і}} -$$

ціна 1 кг (л) матеріалу, грн., n - число найменувань матеріалів.

Витрати на електроенергію:

$$B_{\text{ел}} = \frac{N_{\text{дв}} \cdot T \cdot C_{\text{ел}}}{1000 \cdot \eta} = \frac{20 \cdot 3 \cdot 1,7}{1000 \cdot 0,8} = 0,12 \text{ грн}, \text{ де } N_{\text{ел}} - \text{встановлена потужність двигунів}$$

обладнання, кВт, $T_{\text{н}}$ - норма витрат часу на виконання операції, год.; $C_{\text{ел}}$ - ціна 1 кВт·год. електроенергії для підприємства $C_{\text{ел}}$ грн/кВт·год.; η - ККД обладнання, приймається 0,7...0,8.

Коефіцієнт ефективності відновлення деталі:

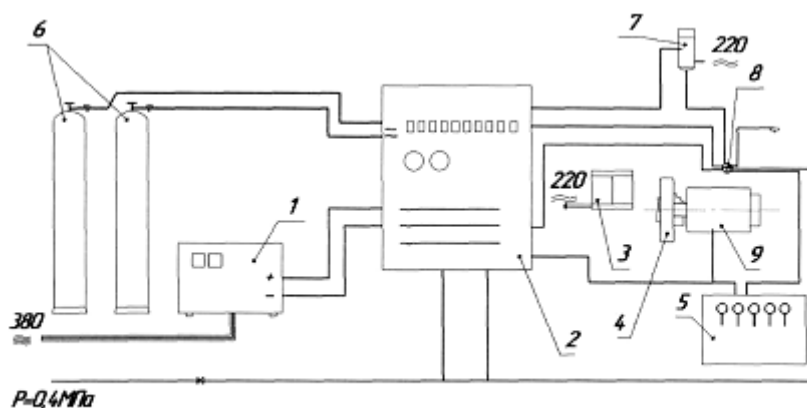
$$K_{\text{еф}} = \frac{K_{\text{д}} \cdot B_{\text{нов}}}{B} \geq 1 = \frac{0,85 \cdot 7500}{888,24} = 7,1 \geq 1,$$

де $K_{\text{д}}$ - коефіцієнт довговічності, $B_{\text{нов}}$ - вартість нової деталі, грн.

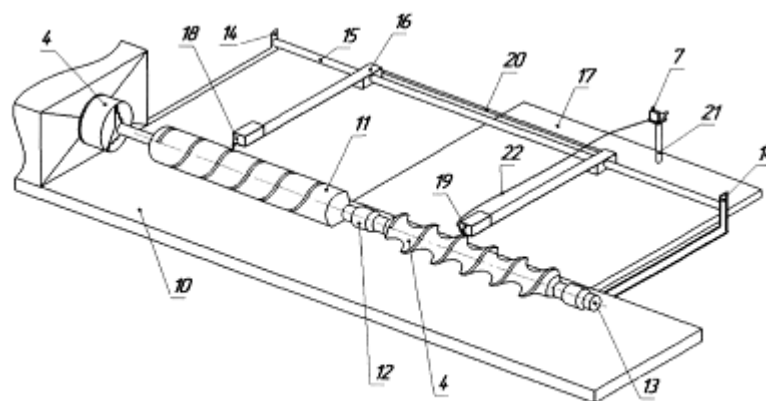
Заявлене технічне рішення згідно з корисною моделлю може використовуватися в машинобудуванні і при ремонті виробів сільськогосподарської техніки. Описане повністю задовольняє критерію в патентоспроможності - "промислова придатність".

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

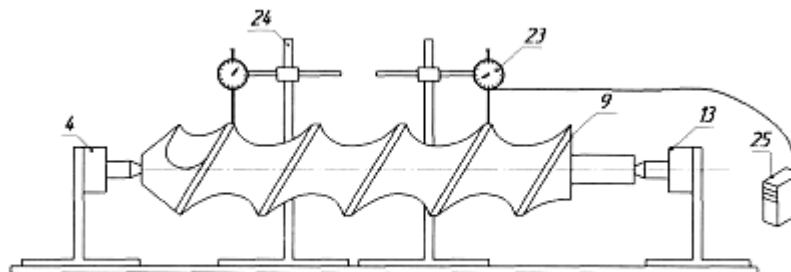
Пристрій для наплавлення циліндричних деталей сільськогосподарської техніки, який включає джерело живлення, пульт керування, осцилятор, рушій-обертач з затискачем, баластний опір, балони з газом, порошковий завантажувач, плазмотрон, наплавлену деталь, який відрізняється тим, що додатково має стіл-площину з закріпленими і з'єднаними між собою штангою кронштейнами, з координаційними з'єднаними між собою планкою опорним і робочим візками, що знаходяться в зачепленні по канавці: опорний візок з елементом - з копіром-пантографом, робочий візок - з плазмовим пальником, а порошковий завантажувач гнучкою трубкою також з'єднаний з плазмовим пальником.



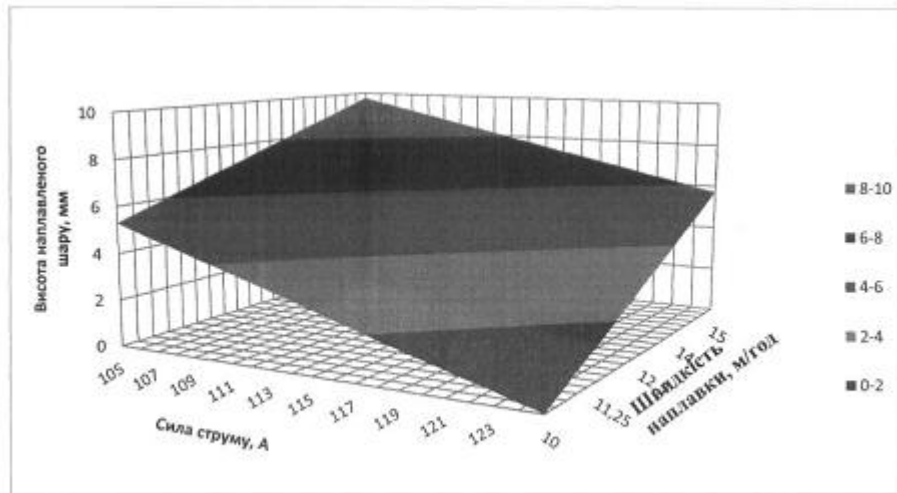
Фиг. 1



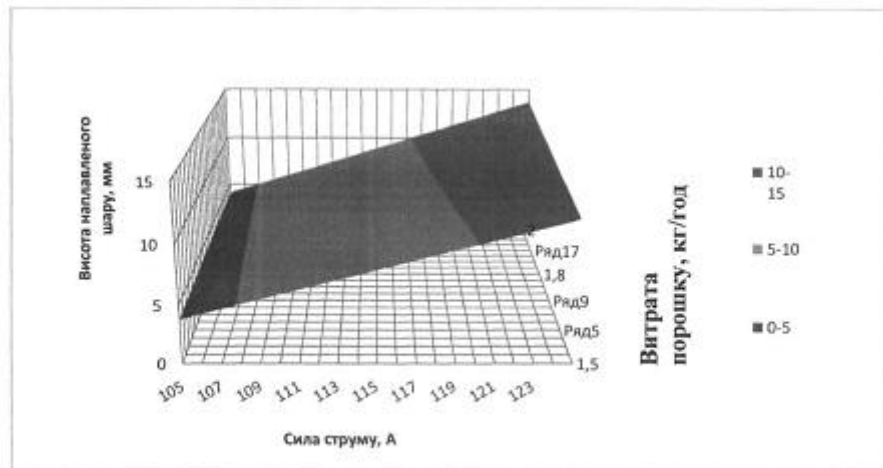
Фиг. 2



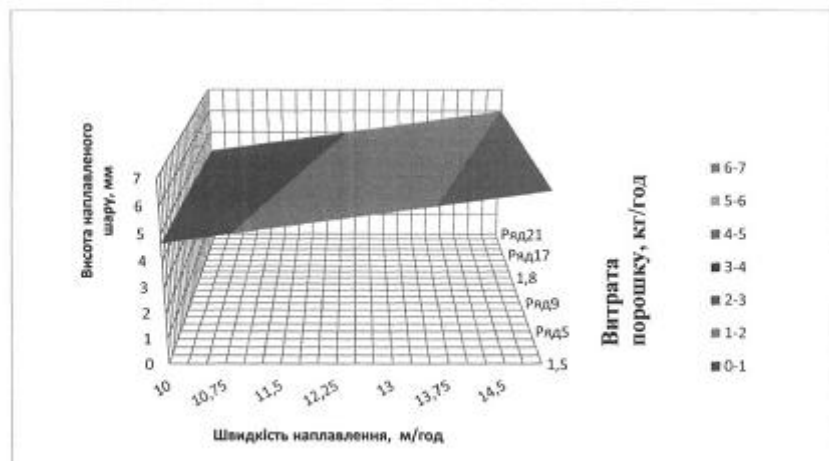
Фиг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601