



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122997** (13) **C2**  
(51) МПК (2021.01)  
**B22F 3/087** (2006.01)  
**C04B 35/00**  
**B30B 12/00**  
**B30B 15/04** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2020 04485</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>17.07.2020</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>28.01.2021</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.12.2020, Бюл.№ 23</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>27.01.2021, Бюл.№ 4</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Болюх Володимир Федорович (UA), Кашанський Юрій Володимирович (UA), Щукін Ігор Сергійович (UA), Щукіна Людмила Павлівна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>Болюх Володимир Федорович,</b> вул. Гвардійців-Широнінців, 18-г, кв. 82, м. Харків-120, 61120 (UA), <b>Кашанський Юрій Володимирович,</b> бул. Богдана Хмельницького, 4, к. 14, м. Харків-99, 61099 (UA), <b>Щукін Ігор Сергійович,</b> вул. Героїв Праці, 18, кв. 99, м. Харків-168, 61168 (UA), <b>Щукіна Людмила Павлівна,</b> вул. Героїв Праці, 18, кв. 99, м. Харків-168, 61168 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 121290 C2, 27.04.2020 UA 120143 C2, 10.10.2019 CN 101486097 A, 22.07.2009 CN 202162380 U, 14.03.2012 SU 1576235 A1, 07.07.1990 SU 876300 A, 30.10.1981 Петров М. В. Математическое моделирование процесса прессования порошков на магнитно-импульсной установке с пропусканіем импульсного электрического тока / М. В. Петров // Вестник Чувашского университета. - 2012. - № 3. - С. 150 - 154 RU 82606 U1, 10.05.2009 SU 1523251 A1, 23.11.1989 SU 449774 A, 15.11.1974</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

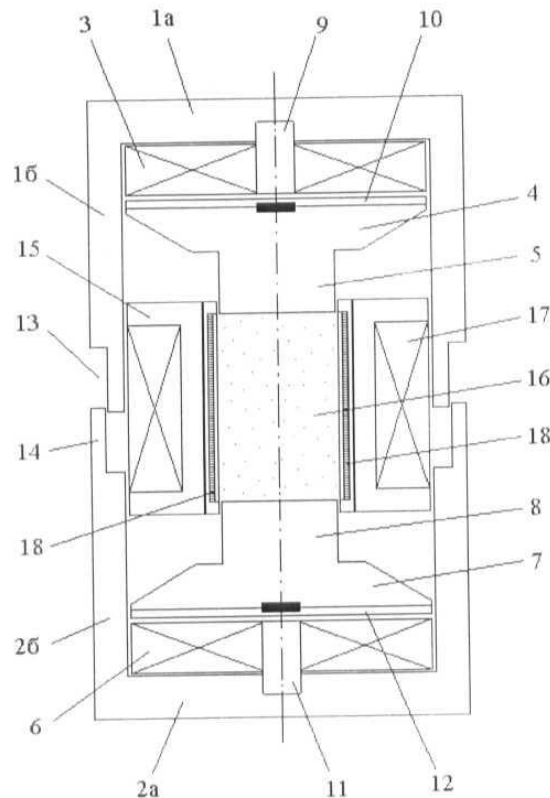
**(54) ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ІМПУЛЬСНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ УДАРНО-СТАТИЧНОГО ДВОСТОРОННЬОГО ПРЕСУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

(57) Реферат:

Заявлений винахід належить до пристроїв формування керамічних виробів, зокрема до пристроїв магнітно-імпульсного пресування деталей з керамічних порошкових матеріалів.

UA 122997 C2

Електро механічний імпульсний пристрій для ударного двостороннього пресування керамічних порошкових матеріалів містить коаксіально встановлені один навпроти одного на вертикальній осі верхній 1 та нижній 2 два напівкорпуси. Кожен напівкорпус виконаний у формі стакану з феромагнітного матеріалу. В верхньому напівкорпусі 1 коаксіально встановлені дискова обмотка індуктора 3, штовхач 4 і пуансон 5, які виконані як одне ціле. В нижньому напівкорпусі 2 коаксіально встановлені дискова обмотка індуктора 6, штовхач 7 і пуансон 8, які виконані у вигляді єдиного цілого. Обмотка 3 розташована навпроти дискового електропровідного якоря 10, який прикріплений до плоскої сторони штовхача 4, а обмотка 6 розташована напроти дискового електропровідного якоря 12, який прикріплений до плоскої сторони штовхача 7. В радіальному пазу 13 на кінці циліндричного елемента 16 верхнього напівкорпусу 1 розташований з можливістю взаємного аксіального переміщення радіальний виступ 14 на кінці циліндричного елемента 26 нижнього напівкорпусу 2. Навпроти радіального паза 13 верхнього напівкорпусу 1 та радіального виступу 14 нижнього напівкорпусу 2 розташована циліндрична феромагнітна матриця 15, всередині якої знаходиться керамічний порошковий матеріал 16. В зовнішньому радіальному пазу циліндричної матриці розташована обмотка електромагніта 17, а у внутрішньому радіальному пазу циліндричної матриці розташована обмотка для нагрівання 18 керамічного порошкового матеріалу 16. Обмотка для нагрівання 18 керамічного порошкового матеріалу 16 за допомогою тиристора  $VS_1$  приєднана до джерела живлення постійного струму 19, обмотка електромагніта 17 за допомогою тиристора  $VS_2$  приєднана до джерела живлення 1.7. Між джерелом живлення постійного струму 19 та ємнісним накопичувачем енергії С розташований тиристор для заряду  $VS_0$ . В розрядному колі ємнісного накопичувача енергії С з тиристором  $VS_3$  дискові обмотки індуктора 3 і 6 в напівкорпусах 1 і 2 та обмотка електромагніта 17 електрично з'єднані між собою послідовно та шунтовані зворотнім випрямним діодом VD. Застосування цього пристрою дозволить підвищити ефективність електро механічного імпульсного пристрою, забезпечить ударне і статичне двостороннє пресування керамічних порошкових матеріалів, збільшить величину і час дії електромагнітної сили тяжіння та нагрівання порошкового матеріалу до, під час і після ударного пресування.



Фіг. 1

Винахід належить до пристроїв формування керамічних виробів, зокрема до пристроїв магнітно-імпульсного пресування деталей з керамічних порошкових матеріалів.

Відомий пристрій для магнітно-імпульсного пресування порошку, який складається з матриці, що включає струмопровідний елемент у вигляді оболонки, торцеві елементи та індуктор [1]. За допомогою цього пристрою можливо отримання виробу з металокерамічного порошку в струмопровідній оболонці, з якої виріб складно виймається. Крім цього, з використанням такого пристрою процес пресування має низьку продуктивність.

Відомий пристрій для магнітно-імпульсного пресування деталей з металокерамічних порошкових матеріалів, в якому порошок нагрівають, а потім пресують [2]. Цей пристрій також складається з матриці для металокерамічного порошку, що обробляється, з одного боку якої встановлений струмопровідний елемент, а з другого - струмопровідна основа, з можливістю утворення послідовного електричного кола зі струмопровідного пуансона, металокерамічного порошку, розміщеного в матриці, та основи. Струмопровідний елемент (пуансон) встановлений з можливістю взаємодії з індуктором магнітно-імпульсної установки, яка включає два ємкісних накопичувачі електричної енергії, з'єднаних з індуктором через елементи управління, з можливістю почергового підключення спочатку одного накопичувача електричної енергії для нагріву порошку, а потім другого - для його пресування.

Цей пристрій є складним в роботі та виготовленні і дороговартісним з причини використання в ньому двох ємкісних накопичувачів.

Відомий пристрій для магнітно-імпульсного пресування порошкових матеріалів, який включає матрицю для металокерамічного порошку, що обробляється, з одного боку якої встановлений струмопровідний пуансон, а з другого боку - основа, з можливістю утворення послідовного електричного кола зі струмопровідного пуансона, металокерамічного порошку, розміщеного в матриці, та основи. Струмопровідний пуансон встановлений з можливістю взаємодії з індуктором магнітно-імпульсної установки, яка включає ємкісний накопичувач електричної енергії, з'єднаний з індуктором через елемент управління. Один вивід ємкісного накопичувача через електричне коло, яке включає індуктивність та опір, з'єднаний з основою, а другий вивід через елемент управління та індуктор з'єднаний з пуансоном, причому елемент управління являє собою пульт управління [3].

В даному пристрої при спрацьовуванні пульта управління імпульсний електричний струм магнітно-імпульсної установки, проходячи крізь порошок, нагріває його, одночасно пуансон електродинамічними силами розганяється і пресує порошок.

Однак даний пристрій недостатньо ефективний, що пояснюється такими причинами.

З одного боку, імпульсний струм магнітно-імпульсної установки, який протікає крізь порошок, не здатний викликати значний його нагрів через короткий час дії. Крім цього, через значний опір непресованого порошку струм недостатньо великий, що також не дозволяє сильно нагріти порошок.

З іншого боку, даний відносно невеликий струм не створює значних електродинамічних зусиль на пуансон, оскільки підвищений опір непресованого порошку значно обмежує величину даного струму.

Якщо здійснити багатократний циклічний вплив магнітно-імпульсної установки, то через зменшення об'єму пресованого порошку між ним і пуансоном утворюється проміжок. Це збільшує величину робочого ходу пуансона, що приводить до зменшення силової дії на порошок.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є пристрій для магнітно-імпульсного пресування порошкових матеріалів, який містить коаксіально встановлені індуктор, штовхач, пуансон і циліндричну матрицю, всередині якої розташований керамічний порошковий матеріал, з яким з одного боку контактує пуансон, а з іншого боку контактує виступ основи [4]. Пуансон з'єднаний зі штовхачем, який встановлений з можливістю взаємодії з дисковою обмоткою індуктора магнітно-імпульсної установки, електричне коло якої включає ємкісний накопичувач енергії та елемент управління у вигляді ключа. В цьому пристрої обмотка індуктора, яка намотана на циліндричну втулку, своєю нижньою торцевою стороною контактує з прикріпленим до плоскої сторони штовхача дисковим електропровідним якорем, а своєю верхньою торцевою стороною контактує з дисковим феромагнітним якорем. Циліндрична матриця встановлена з можливістю вертикального переміщення за рахунок того, що її нижня торцева сторона за допомогою пружини взаємопов'язана з основою, а верхня торцева сторона звернена до упорного майданчика, який виконаний на боковій конусоподібній стороні штовхача. Між циліндричною матрицею та упорним майданчиком є проміжок, висота якого менша за величину робочої ходи пуансона. Обмотка індуктора, електропровідний якор і матриця розміщені в прикріпленому до основи циліндричному корпусі, у верхній частині якого з можливістю

аксіального переміщення встановлений дисковий феромагнітний якір. Обмотка індуктора за допомогою рухливих струмоводів приєднана до магнітно-імпульсної установки, в електричному колі якої на ділянці між джерелом живлення та ємкісним накопичувачем енергії розташований тиристор для заряду, а на ділянці кола між ємкісним накопичувачем енергії та обмоткою індуктора розташований тиристор для розряду, зустрічно паралельно з'єднаний з випрямним діодом.

Відомий пристрій характеризується збільшеною силою і більш рівномірним впливом на керамічний порошковий матеріал при зменшених індукціях магнітних полів розсіювання.

Але пристрій-найближчий аналог характеризується наступними недоліками:

не реалізується в повній мірі найбільш ефективно двостороннє пресування керамічного порошкового матеріалу;

між дисковим феромагнітним якорем та циліндричним корпусом діють недостатньо великі сили електромагнітного тяжіння;

сили електромагнітного тяжіння та сили електродинамічного відштовхування діють тільки одночасно і короткочасно, що не дозволяє регулювати величини і тривалість дії цих сил, при яких забезпечується оптимальний процес пресування порошкового матеріалу;

пристрій не забезпечує нагрівання порошкового матеріалу до, підчас і після ударного пресування, що є необхідним для забезпечення необхідної якості спресованого зразка;

пристрій характеризується зниженою механічною надійністю через наявність пружини, на яку встановлюється циліндрична матриця.

Задачею даного винаходу є підвищення ефективності електромеханічного імпульсного пристрою, при якому забезпечується ударне і статичне двостороннє пресування керамічних порошкових матеріалів, збільшення величини і часу дії електромагнітної сили тяжіння та нагрівання порошкового матеріалу до, підчас і після ударного пресування.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому електромеханічному імпульсному пристрої для ударного пресування керамічних порошкових матеріалів, який містить коаксіально встановлені дискову обмотку індуктора, штовхач і пуансон, які виконані як одне ціле, та циліндричну матрицю, всередині якої розташований керамічний порошковий матеріал, дискова обмотка індуктора, яка намотана на циліндричну феромагнітну втулку, однією торцевою стороною розташована навпроти дискового електропровідного якоря, який прикріплений до плоскої сторони штовхача, а другою торцевою стороною приєднана до дискового феромагнітного елемента, обмотка індуктора, електропровідний якір і матриця охоплені циліндричним феромагнітним елементом, в електричному колі обмотки індуктора на ділянці між джерелом живлення постійного струму та ємкісним накопичувачем енергії розташований тиристор для заряду, а на ділянці електричного кола між ємкісним накопичувачем енергії та обмоткою індуктора розташований тиристор для розряду, відповідно до винаходу, що пропонується, всередині кожного з двох аксіально встановлених один навпроти одного напівкорпусів у формі стакану, утвореного дисковим феромагнітним елементом та циліндричним феромагнітним елементом, розміщені дискова обмотка індуктора, електропровідний якір, штовхач і пуансон, причому внутрішні діаметри циліндричних феромагнітних елементів напівкорпусів однакові, в радіальному пазу на кінці циліндричного феромагнітного елемента одного напівкорпусу розташований з можливістю взаємного аксіального переміщення радіальний виступ на кінці циліндричного феромагнітного елемента другого напівкорпусу, навпроти радіального паза одного напівкорпусу та радіального виступу другого напівкорпусу розташована циліндрична феромагнітна матриця, в зовнішньому радіальному пазу якої розташована обмотка електромагніта, а у внутрішньому радіальному пазу циліндричної матриці розташована обмотка для нагрівання керамічного порошкового матеріалу, обмотка для нагрівання керамічного порошкового матеріалу за допомогою тиристора приєднана до джерела живлення, обмотка електромагніта за допомогою тиристора приєднана до джерела живлення, а в розрядному колі ємкісного накопичувача енергії дискові обмотки індуктора в напівкорпусах та обмотка електромагніта електрично з'єднані між собою послідовно та шунтовані зворотнім випрямним діодом.

Крім цього, обмотка електромагніта виконана у формі соленоїда, аксіальна висота якого перевищує його радіальну товщину.

Крім цього, обмотка для нагрівання керамічного порошкового матеріалу виконана у формі соленоїда, аксіальна висота якого перевищує його радіальну товщину.

Крім цього, зовнішні діаметри напівкорпусів виконані однаковими.

Крім цього, дискові обмотки індуктора, електропровідні якорі, штовхач і пуансон кожного з напівкорпусів виконані однаковими.

У порівнянні з найближчим аналогом пристрій, що пропонується, характеризується підвищеною ефективністю за рахунок двостороннього пресування керамічних порошкових матеріалів, збільшенням величини і часу дії електромагнітної сили тяжіння та нагріванням порошкового матеріалу до, підчас і після ударного пресування.

5 Два напівкорпуси, в кожному з яких розміщені дискова обмотка індуктора, електропровідний якор, штовхач і пуансон, забезпечують двостороннє пресування керамічних порошкових матеріалів.

10 Виконання кожного з напівкорпусів у формі стакана, утвореного дисковим феромагнітним елементом та циліндричним феромагнітним елементом, робить конструкцію механічно надійною і технологічною.

15 Виконання радіального паза на кінці циліндричного феромагнітного елемента одного напівкорпусу та виступу на кінці циліндричного феромагнітного елемента другого напівкорпусу, забезпечує взаємне аксіальне переміщення напівкорпусів. Це важливо при циклічній роботі пристрою, при якому послідовно зменшується аксіальна висота порошкового матеріалу після кожного робочого циклу.

20 Обмотка електромагніта, яка розташована в зовнішньому радіальному пазу циліндричної феромагнітної матриці, забезпечує значну силу аксіального тяжіння між напівкорпусами, за рахунок розташування навпроти радіального паза одного напівкорпусу та радіального виступу другого напівкорпусу. Цій же задачі сприяє те, що внутрішні діаметри циліндричних феромагнітних елементів напівкорпусів однакові та обмотка електромагніта виконана у формі соленоїда, аксіальна висота якого перевищує його радіальну товщину. При цьому матриця виконує додаткову функцію феромагнітного осердя для обмотки електромагніта, посилюючи електромагнітну силу тяжіння між циліндричними елементами напівкорпусів.

25 За рахунок того, що обмотка електромагніта за допомогою тиристора приєднана до джерела живлення, електромагнітну силу тяжіння відповідної величини можна забезпечити до, підчас і після ударного пресування.

30 Розташування обмотки для нагрівання керамічного порошкового матеріалу у внутрішньому радіальному пазу циліндричної матриці забезпечує ефективний нагрів порошкового матеріалу до, підчас і після ударного пресування. Цьому сприяє те, що ця обмотка виконана у формі соленоїда, аксіальна висота якого перевищує його радіальну товщину та за допомогою тиристора приєднана до джерела живлення постійного струму.

35 Те, що в розрядному колі ємнісного накопичувача енергії дискові обмотки індуктора в напівкорпусах електрично з'єднані між собою послідовно забезпечує в них однаковий струм, а значить і однакову силу електродинамічного відштовхування, що діє на дискові електропровідні якорі. Послідовне з'єднання обмотки електромагніта з обмотками індуктора забезпечує під час короткочасної дії імпульсної сили електродинамічного відштовхування одночасно і збільшену величину сили електромагнітного тяжіння між напівкорпусами.

40 Через наявність зворотного випрямного діода, який шунтує обмотки індуктора і електромагніта, в цих обмотках протікає імпульсний струм однієї полярності. Ця полярність співпадає з полярністю струму в обмотці електромагніта від джерела живлення постійного струму. Ємнісний накопичувач можна виготовити з полярних електролітичних конденсаторів, які мають підвищені енергетичні показники.

45 Виконання однаковими зовнішніх діаметрів напівкорпусів, дискових обмоток індуктора, електропровідних якорів, штовхачів та пуансонів робить конструкцію пристрою технологічною, яка забезпечує однакову силу з протилежних сторін при двосторонньому пресуванні керамічних порошкових матеріалів.

На фіг. 1 схематично представлений електромеханічний імпульсний пристрій для ударно-статичного двостороннього пресування керамічних порошкових матеріалів у вихідному положенні.

50 На фіг. 2 - пристрій на фіг. 1 на першому етапі робочого циклу.

На фіг. 3 - пристрій на фіг. 1 на другому етапі робочого циклу.

На фіг. 4 - електрична схема електромеханічного імпульсного пристрою.

55 Електромеханічний імпульсний пристрій для ударно-статичного двостороннього пресування керамічних порошкових матеріалів містить коаксіально встановлені один навпроти одного на вертикальній осі верхній 1 та нижній 2 напівкорпуси. Кожен напівкорпус виконаний у формі стакана з феромагнітного матеріалу. Верхній напівкорпус 1 утворений дисковим елементом 1а та циліндричним елементом 1б, а нижній напівкорпус 2 утворений дисковим елементом 2а та циліндричним елементом 2б. Внутрішні та зовнішні діаметри циліндричних елементів 1б і 2б напівкорпусів 1 і 2 однакові.

У верхньому напівкорпусі 1 коаксіально встановлені дискова обмотка індуктора 3, штовхач 4 і пуансон 5. Останні виконані у вигляді єдиного цілого. В нижньому напівкорпусі 2 коаксіально встановлені дискова обмотка індуктора 6, штовхач 7 і пуансон 8. Останні виконані у вигляді єдиного цілого.

5 Дискова обмотка індуктора 3, яка намотана на циліндричну феромагнітну втулку 9, однією торцевою стороною розташована навпроти дискового електропровідного якоря 10, який прикріплений до плоскої сторони штовхача 4, а другою торцевою стороною приєднана до дискового елемента 1а напівкорпусу 1. Дискова обмотка індуктора 6, яка намотана на циліндричну феромагнітну втулку 11, однією торцевою стороною розташована навпроти  
10 дискового електропровідного якоря 12, який прикріплений до плоскої сторони штовхача 7, а другою торцевою стороною приєднана до дискового елемента 2а напівкорпусу 1.

Дискові обмотки індуктора 3 і 6, електропровідні якорі 10 і 12, штовхачі 4 і 7, пуансони 5 і 8 напівкорпусів 1 і 2 виконані однаковими.

15 В радіальному пазу 13 на кінці циліндричного елемента 16 верхнього напівкорпусу 1 розташований з можливістю взаємного аксіального переміщення радіальний виступ 14 на кінці циліндричного елемента 26 нижнього напівкорпусу 2. Навпроти радіального паза 13 верхнього напівкорпусу 1 та радіального виступу 14 нижнього напівкорпусу 2 розташована циліндрична феромагнітна матриця 15, всередині якої знаходиться керамічний порошковий матеріал 16.

20 Зверху матриці 15 над порошковим матеріалом 16 розташований пуансон 5, а знизу під порошковим матеріалом розташований пуансон 8.

В зовнішньому радіальному пазу матриці 15 розташована обмотка електромагніта 17, а у внутрішньому радіальному пазу циліндричної матриці розташована обмотка для нагрівання 18 керамічного порошкового матеріалу 16. Обмотка електромагніта 17 та обмотка для нагрівання 18 керамічного порошкового матеріалу 16 виконані у формі соленоїдів. Їх аксіальна висота перевищує радіальну товщину.

25 Обмотка для нагрівання 18 керамічного порошкового матеріалу 16 за допомогою тиристора VS, приєднана до джерела живлення постійного струму 19, а обмотка електромагніта 17 за допомогою тиристора VS<sub>2</sub> приєднана до джерела живлення 17. Між джерелом живлення постійного струму 19 та ємнісним накопичувачем енергії С розташований тиристор для заряду VS<sub>0</sub>. В розрядному колі ємнісного накопичувача енергії С з тиристором VS<sub>3</sub> обмотки індуктора 3 і 6 в напівкорпусах 1 і 2 та обмотка електромагніта 17 електрично з'єднані між собою послідовно та шунтовані зворотнім випрямним діодом VD.

Електро механічний імпульсний пристрій для ударно-статичного двостороннього пресування керамічних порошкових матеріалів працює наступним чином.

35 Перед початком роботи вертикально встановлюють нижній напівкорпус 2, в якому розміщені дискова обмотка індуктора 6, яка намотана на циліндричну феромагнітну втулку 11, дисковий електропровідний якорі 12 та штовхач 7 з пуансоном 8.

40 Навпроти радіального виступу 14 нижнього напівкорпусу 2 розміщують циліндричну феромагнітну матрицю 15, в яку насипають керамічний порошковий матеріал 16. Зверху матриці 15 на порошковий матеріал 16 встановлюють пуансон 5 із штовхачем 4, до якого прикріплений дисковий електропровідний якорі 10. Зверху на них вставляють верхній напівкорпус 1 з дисковою обмоткою індуктора 3, яка намотана на циліндричну феромагнітну втулку 9. При цьому радіальний паз 13 на кінці циліндричного елемента 16 верхнього напівкорпусу 1 розміщується в радіальному виступі 14 на кінці циліндричного елемента 26 нижнього напівкорпусу 2 (фіг. 1).

45 При подачі сигналу на тиристор VS, в обмотці 18 від джерела живлення постійного струму 19 протікає стум, який нагріває керамічний порошковий матеріал 16.

50 При подачі сигналу на тиристор VS<sub>2</sub> в обмотці електромагніта 17 від джерела живлення 17 протікає струм, який за допомогою постійного магнітного поля утворює електромагнітну силу тяжіння між циліндричним елементом 16 верхнього напівкорпусу 1 та циліндричним елементом 26 нижнього напівкорпусу 2. Під дією цієї сили радіальний виступ 14 на кінці циліндричного елемента 26 аксіально переміщується в радіальному пазу 13 на кінці циліндричного елемента 16. При цьому пуансони 8 та 5 стискають керамічний порошковий матеріал 16. Таким чином відбувається двостороннє статичне пресування нагрітого керамічного порошкового матеріалу.

55 При подачі сигналу на тиристор VS<sub>0</sub> від джерела живлення 17 протікає струм, який заряджає ємнісний накопичувач енергії С. При подачі сигналу на тиристор VS<sub>3</sub> в розрядному колі ємнісного накопичувача енергії С протікає імпульсний струм в обмотках індуктора 3 і 6 та в обмотці електромагніта 17. При повному розряді ємнісного накопичувача енергії С, коли його напруга досягає нульового значення, імпульсний струм обмоток 3, 6 і 17 протікає через коло із

зворотнім випрямним діодом VD. Таким чином в цих обмотках полярність імпульсного струму залишається незмінною.

Магнітне поле, яке збуджується обмотками індуктора 3 і 6, індукує в дискових електропровідних якорях 10 та 12 вихрові струми, що призводить до виникнення імпульсних електродинамічних сил відштовхування між обмоткою 3 і якорем 10 та між обмоткою 6 і якорем 12. Якір 10, який переміщується вниз під впливом електродинамічної сили, діє на штовхач 4 і пуансон 5, який здійснює пресування керамічного порошкового матеріалу 16 зверху. А якір 12, який переміщується вгору під впливом електродинамічної сили, діє на штовхач 7 і пуансон 8, який здійснює пресування керамічного порошкового матеріалу 16 знизу. Таким чином відбувається двостороннє імпульсне пресування нагрітого керамічного порошкового матеріалу.

Так як в обмотці електромагніта 17 постійний струм від джерела живлення 17 та імпульсний струм від ємнісного накопичувача енергії С протікають в одному напрямку, то і електромагнітні сили тяжіння між циліндричним елементом 16 верхнього напівкорпусу 1 та циліндричним елементом 2б нижнього напівкорпусу 2, утворені цими струмами, діють в одному напрямку. Під час протікання імпульсного струму в обмотці електромагніта 17 сила тяжіння посилюється і запобігає відносному переміщенню напівкорпусів 1 і 2 в протилежні сторони через сили віддачі, що діють на обмотки індуктора 3 і 6.

На першому етапі робочого циклу імпульсні електродинамічні сили стрімко відштовхують дисковий електропровідний якір 10 від обмотки індуктора 3 та дисковий електропровідний якір 12 від обмотки індуктора 6 (фіг. 2). На другому етапі робочого циклу більш інерційні електромагнітні сили тяжіння аксіально притягують між собою циліндричний елемент 16 верхнього напівкорпусу 1 та циліндричний елемент 2б нижнього напівкорпусу 2. Радіальний виступ 14 на кінці циліндричного елемента 2б аксіально переміщується в радіальному пазу 13 на кінці циліндричного елемента 16 (фіг. 3).

Після цього можна здійснити наступний робочий цикл шляхом послідовного подачі сигналів на тиристор  $VS_0$  та  $VS_3$ . Процес імпульсного пресування можна здійснити необхідне число разів при тривалій дії статичного пресування. Комбінація імпульсного і статичного пресування, та нагрівання дозволяє забезпечити необхідні умови формування якісного зразка з керамічного порошкового матеріалу 16.

Джерела інформації:

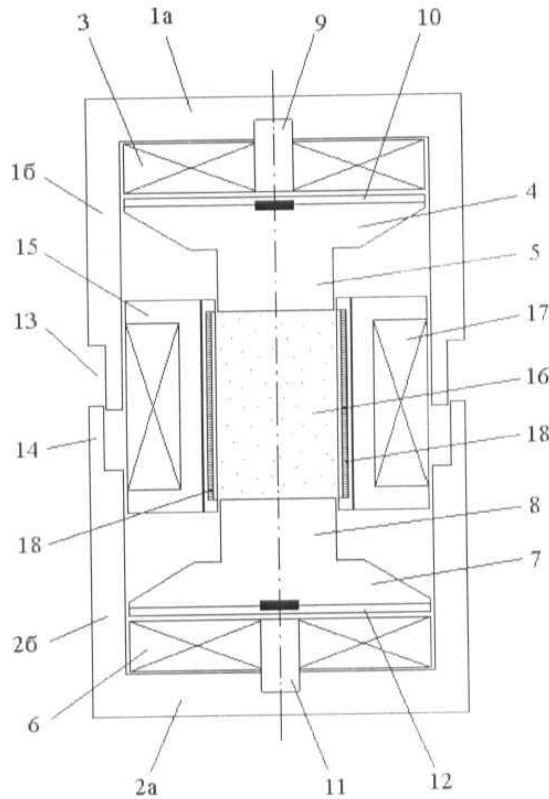
1. А.с. СРСР 449774, МПК В22Е 3/02, 1974.
  2. А.с. СРСР 1523251 МПК В22Е 3/02, 1989.
  3. Корисна модель РФ № 82606, МПК В22Е 3/02, 2009.
  4. Пат. України № 121290. МПК В22F 3/087, С04В 35/00, В30В 12/00, В30В 15/04.
- Електромеханічний імпульсний пристрій електромагнітно-індукційного типу для ударного пресування керамічних порошкових матеріалів. - Заявка № а201901305. - Надрук. 27.04.2020 (найближчий аналог).

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

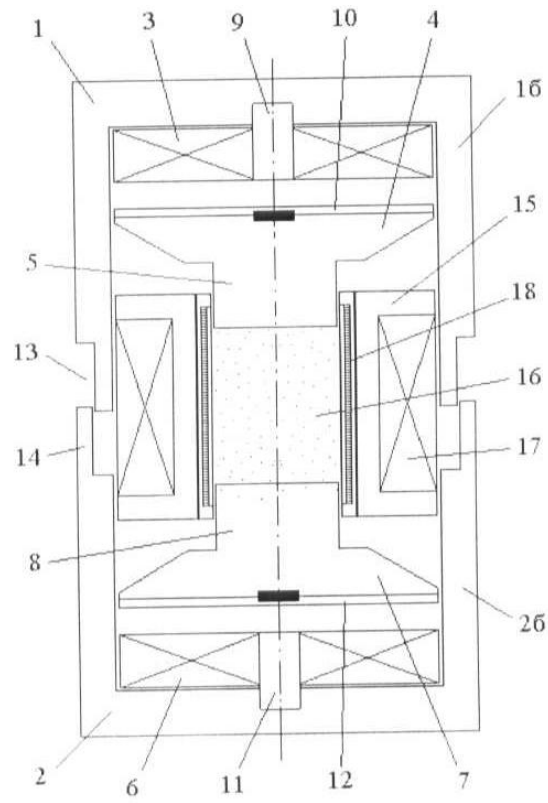
1. Електромеханічний імпульсний пристрій для ударно-статичного двостороннього пресування керамічних порошкових матеріалів містить коаксіально встановлені дискову обмотку індуктора, штовхач і пуансон, які виконані як одне ціле, та циліндричну матрицю, всередині якої розташований керамічний порошковий матеріал, дискова обмотка індуктора, яка намотана на циліндричну феромагнітну втулку, однією торцевою стороною розташована напроти дискового електропровідного якоря, який прикріплений до плоскої сторони штовхача, а другою торцевою стороною приєднана до дискового феромагнітного елемента, обмотка індуктора, електропровідний якір і матриця охоплені циліндричним феромагнітним елементом, в електричному колі обмотки індуктора на ділянці між джерелом живлення постійного струму та ємкісним накопичувачем енергії розташований тиристор для заряду, а на ділянці електричного кола між ємкісним накопичувачем енергії та обмоткою індуктора розташований тиристор для розряду, який **відрізняється** тим, що всередині кожного з двох аксіально встановлених один навпроти одного напівкорпусів у формі стакана, утворених дисковим феромагнітним елементом та циліндричним феромагнітним елементом, розміщені дискова обмотка індуктора, електропровідний якір, штовхач і пуансон, причому внутрішні діаметри циліндричних феромагнітних елементів напівкорпусів однакові, в радіальному пазу на кінці циліндричного феромагнітного елемента одного напівкорпусу розташований з можливістю взаємного аксіального переміщення радіальний виступ на кінці циліндричного феромагнітного елемента другого напівкорпусу,

навпроти радіального паза одного напівкорпусу та радіального виступу другого напівкорпусу розташована циліндрична феромагнітна матриця, в зовнішньому радіальному пази якої розташована обмотка електромагніта, а у внутрішньому радіальному пази циліндричної матриці розташована обмотка для нагрівання керамічного порошкового матеріалу,

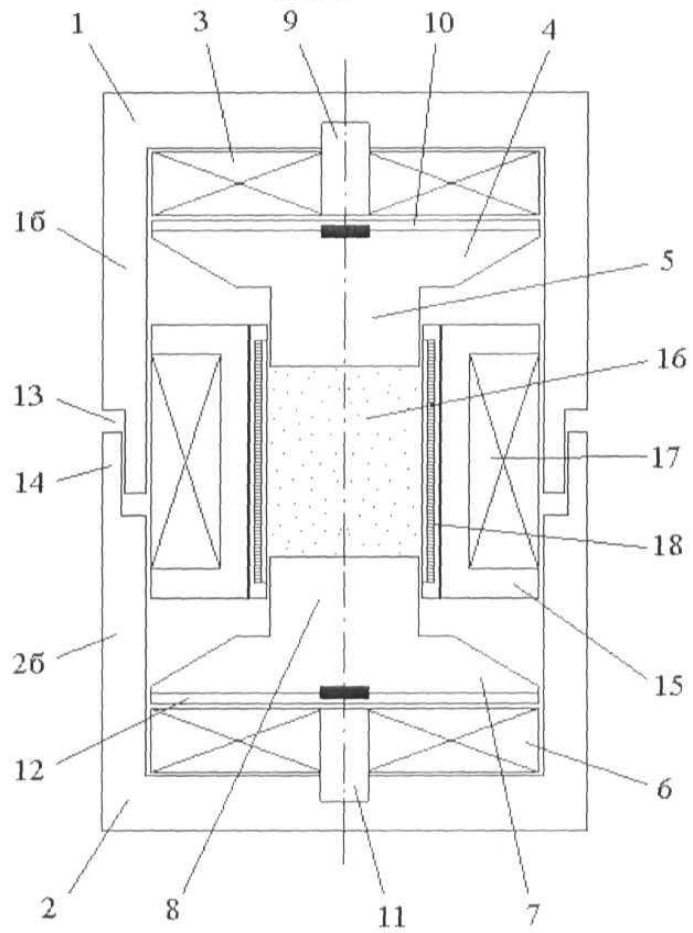
- 5 обмотка для нагрівання керамічного порошкового матеріалу за допомогою тиристора приєднана до джерела живлення, обмотка електромагніта за допомогою тиристора приєднана до джерела живлення, а в розрядному колі ємнісного накопичувача енергії дискові обмотки індуктора в напівкорпусах та обмотка електромагніта електрично з'єднані між собою послідовно та шунтовані зворотнім випрямним діодом.
- 10 2. Електромеханічний імпульсний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, обмотка електромагніта виконана у формі соленоїда, аксіальна висота якого перевищує його радіальну товщину.
3. Електромеханічний імпульсний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, обмотка для нагрівання керамічного порошкового матеріалу виконана у формі соленоїда, аксіальна висота якого перевищує його радіальну товщину.
- 15 4. Електромеханічний імпульсний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зовнішні діаметри напівкорпусів виконані однаковими.
5. Електромеханічний імпульсний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що дискові обмотки індуктора, електропровідні якорі, штовхач і пуансон кожного з напівкорпусів виконані однаковими.
- 20



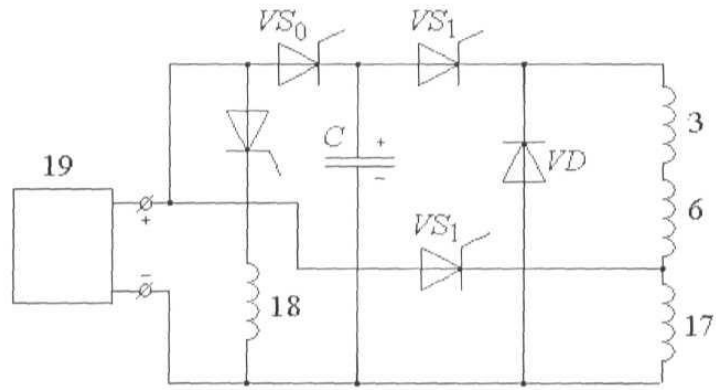
Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4