



УКРАЇНА

(19) UA (11) 2117 (13) U

(51) 7 C21D1/10, C21D1/42, F27B7/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАГРІВУ МЕТАЛЕВИХ СИПКИХ ЧАСТОК

1

(21) 2003010490

(22) 20.01.2003

(24) 17.11.2003

(46) 17.11.2003, Бюл. № 11, 2003 р

(72) Гурченко Павел Семенович, ВУ, Демін Михайл  
Іванович, ВУ, Карпушкін Николай Сергеевич, ВУ,  
Міхлюк Анатолій Ігнатьєвич, ВУ(73) ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "МИНСКИЙ АВТОМОБИ-  
ЛЬНЫЙ ЗАВОД", ВУ(57) 1. Пристрій для нагріву металевих сипких час-  
ток, що містить нагрівальний пристрій з теплоізо-  
ляційним кожухом, барабан, установлений співвіс-

2

но всередині нагрівального пристрою і який  
обпирається на ролики, установлені на рамі, при-  
від обертання барабана, механізми завантажуван-  
ня та розвантажування, який відрізняється тим,  
що барабан виконаний гладкостінним, а нагріваль-  
ний пристрій виконаний у вигляді багатовитково-  
го циліндричного індуктора, при цьому всі елемен-  
ти, що контактують з барабаном, ізольовані від  
нього електроізоляційним матеріалом.

2. Пристрій для нагріву металевих сипких часток  
за п.1, який відрізняється тим, що привід бараба-  
на встановлений на раму з можливістю зміни кута  
повороту у прямовисній площині.

Корисна модель відноситься до металургії, зокрема до пристроїв для нагріву під термічну обробку, і можуть бути використані для поліпшення експлуатаційних властивостей металевих сипких часток і деталей, зокрема сталюого та чавунюого литого дробу під час їх безперервного просовування й перемішування.

Відомі промислові високотемпературні індукційні печі з водоохолоджуваннм індуктором, теплоізоляційною керамічною засипкою між внутрішньою стінкою індуктора й циліндром робочої камери та з пристроєм для подачі контролюванюго газу (1). Відомі також різні пристрої для індукційного нагріву деталей. Так, наприклад, відома установка для індукційного нагріву дроту, яка має магнітопровід з первинною обмоткою, ролики й металевий стержень, розташований усередині магнітопроводу з можливістю обертання (2). Відома установка для нагріву пластин перед вирубкою тарілчастих пружин, яка має індуктор з напрямними, завантажувальний механізм зі змінною касетою та штовхачем, причому завантажувальний механізм своїми опорними роликами сполучено з касетою та є її дном, а самообновлювальні поворотні упори штовхача розташовано вище опорних роликів. Між індуктором і завантажувальною касетою встановлено лоток-уловлювач (3).

Недоліками цих пристроїв є неможливість нагріву металевих часток малих розмірів, наприклад, металевюго дробу діаметром 0,4-3мм. Проштовху-

вання їх через індуктор методами, відомими для нагріву заготовок під ковальську обробку, неминуче призводить до їх заклинювання в індукторі, їх плавленню та виходу з ладу індукційної установки. Поштучна їх подача до індуктора й фіксація в зоні нагріву також не уявляються здійснними на практиці. Такі частки, розміри яких мають величину меншу глибини проникання струму в метал, є напівпрозорими для струмів високої частоти, що застосовуються в промисловості для індукційного нагріву сталюих виробів. Наприклад, глибина проникання в сталь струму частотою 2400гц при температурі менше точки Кюрі (768°С) становить 10мм. У зв'язку з частковою прозорістю часток малого розміру ККД їх індукційного нагріву зменшується до 20-30%.

Відома електрична барабанна піч для нагріву сипких металевих часток, яка складається з нагрівальної камери з електричними нагрівальними елементами опору, обертового барабана всередині нагрівальної камери, привода обертання барабана, завантажувального пристрою та пристрою для перемішування матеріалу всередині барабана [4].

Відома також барабанна електропіч для термообробки дрібних однорідних деталей. Піч становить прямокутну камеру з нагрівачами, через яку проходить жаротривкий барабан, установлений на роликах, і якому надається обертання навколо своєї осі з допомогою електропривода. Усе-

(13) U

(11) 2117

(19) UA

редині барабана є архімедова спіраль, завдяки якій деталі, що засипаються в один кінець барабана, під час його обертання переміщуються до розвантажувального кінця (5)

Найбільш близька до запропонованої корисної моделі електроніч для відпуску дробу, яка має корпус, нагрівальний пристрій з теплоізоляційним кожухом, барабан з приводом обертання, розташований усередині нагрівального пристрою, механізми для завантажування та розвантажування дробу. Елеватором дріб подається до бункера, з якого він забирається ковшем, закріпленим на диску барабана. Барабан виробляється з жароміцної сталі з горизонтальними ребрами всередині. Він опирається через два бандажа на дві пари роликів і обертається від електромеханічного привода. Під нагрівається спіралями, укладеними в порожнині, утворені термоізоляційною кладкою, яку виконано з цегли. Кладку обрмовано звареним металевим кожухом. Барабан щодо горизонтальної поверхні встановлено під певним кутом, який може змінюватися шляхом обертання опорних гвинтів [6].

Спільним недоліком аналогів і прототипу відомих пристроїв є низька продуктивність, тому що нагрівальний пристрій складається з електронагрівачів опору. Нагрівачі розміщено вздовж барабана за його довжиною в нагрівальній камері, футеровку й теплоізоляцію яких виконано з вогнетривких і теплоізоляційних матеріалів. При цьому нагрів металевих часток у електропечах опору відбувається за рахунок трьох видів передачі тепла: контакту нагріваних часток з розігрітою поверхнею барабана (як транспортного засобу для переміщення дрібних деталей і сипких металевих часток), теплового випромінювання цього барабана й теплообміну з розігрітою атмосферою печі, тобто теплопровідності, конвективного й променистого теплообміну.

Низькі швидкості контактного теплообміну й теплопровідності призводять до великої тривалості процесу нагріву. Тривалість нагріву в електропечах призводить до окалиноутворення, що знижує якість поверхні нагріваних дрібних деталей. В електропечах опору є втрати енергії на розігрів, на акумуляцію тепла термоізоляційною кладкою та на нагрів внутрішньостінних ребер барабана, що істотно підвищує витрати енергії.

Задача, що розв'язується корисною моделлю - підвищення продуктивності нагріву, поліпшення якості оброблюваних часток за рахунок запобігання окалини, і створення захисної оксидної плівки, яка одночасно з захистом від корозії є кольоровим декоративним покриттям, що поліпшує товарний вигляд продукції.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для нагріву металевих сипких часток, який має нагрівальний пристрій з теплоізоляційним кожухом, барабан, установлений співвісно всередині нагрівального пристрою і який опирається на роликів, установлених на рамі, привід обертання барабана, механізми завантажування та розвантажування, барабан виконано гладкостінним, а нагрівальний пристрій виконано у вигляді багатовиткового циліндричного індуктора, при цьому всі елементи, що контактують з барабаном,

ізолювано від привода обертання й корпусу пристрою електроізоляційним матеріалом.

Виконання барабана гладкостінним, розташованим співвісно з нагрівальним елементом, дозволяє під час обертання барабана здійснювати рух металевих часток, наприклад, сталюого або чавунного дробу, у вигляді суцільного потоку, який переміщуючись уздовж осі барабана й одночасно переміщуючись, розподіляється рівномірним шаром по всій довжині барабана.

Використання для нагріву обертового гладкостінного барабана нагрівального елемента у вигляді багатовиткового циліндричного індуктора дозволяє наводити всередині гладкостінного барабана високочастотне електромагнітне поле, яке забезпечує доповняльний нагрів часток, що містяться всередині барабана, і, породжує одночасно високочастотну вібрацію часток у звуковому й ультразвуковому діапазоні, допомагає інтенсивному перемішуванню гранул дробу й підтриманню їх потоку в компактному стані. Одночасно вібрація гранул дробу в потоці, що рухається, сприяє їх очищенню від забруднень ливарного походження (окалина, частки шлаку і ін.) і підвищує чистоту поверхні часток.

Таким чином, нагрів сипких металевих часток, що безперервно надходять до нагріваної частини барабана, відбувається за рахунок теплопровідності, конвективного й променистого теплообміну, як у електропечах опору, але й додатково за рахунок тепла, що виділяється в самому матеріалі, викиданого високочастотними струмами під дією електромагнітного поля, наведеного індуктором. При цьому вібрація часток під дією електромагнітного поля при одночасному безперервному перемішуванні часток за рахунок безперервного обертання барабана сприяє очищенню часток від забруднень і зменшенню шорсткості їх поверхні.

При безперервному обертанні барабана під дією сили тертя на спинки сипкий матеріал набирає вигляду зміщеного на певний кут у бік обертання сегмента, інтенсивно перемішується під дією гравітаційних сил і дії вібрацій, завдяки чому температура нагріву часток у потоці матеріалу за глибиною сегмента вирівнюється.

Під комбінованою дією всіх джерел тепла й безперервного інтенсивного перемішування час нагріву різко скорочується, що й забезпечує більш високу продуктивність заявленого пристрою.

На фіг. 1, фіг. 5 показано загальний вигляд пристрою. На фіг. 2 - фрагмент поздовжнього перерізу індуктора з барабаном з поданням силових ліній електромагнітного поля, наведеного індуктором, у барабані й потоці металевих часток. На фіг. 3 - переріз А-А фіг. 1.

Пристрій для нагріву металевих сипких часток (типу дробу), складається з наступних основних вузлів:

Гладкостінний барабан 1 установлений на дві пари опорних роликів 2, здебільшого під кутом від  $1^\circ$  до  $10^\circ$  у бік розвантажування. Осьове зміщення барабана відвертається упорними роликками 3, які взаємодіють з фланцем барабана 1. Барабан 1 співвісно розташований всередині багатовиткового циліндричного індуктора 4, виконаного з порожнистого мідного профілю й підключеного до високо-

частотного генератора (не показано) 3 усіх боків індуктор 4 захищений теплоізоляційним кожухом 5 Привод обертання 6 барабана 1 закріплено на рамі 7 корпусу 8 пристрою Рама 7 має можливість змінювати кут нахилу в прямовисній площині шляхом обертання опорного гвинта Зірочка 9 ланцюгової передачі кріпиться до торця барабана 1 і служить для передачі крутячого моменту від приводу обертання 6 на барабан 1 Елементи, що контактують з гладкостінним барабаном 1 опорні 2 та упорні 3 ролики встановлено на раму 7 пристрою через електроізоляційний матеріал 10 і 11, а зірочка 9 також через електроізоляційний матеріал 12 кріпиться до барабана 1 Пристрій має завантажувальний 13 та розвантажувальний 14 механізми

Пристрій працює наступним чином Включають привод обертання 6 гладкостінного барабана 1, а на багатовитковий циліндричний індуктор 4 подають струм від високочастотного генератора У лійку завантажувального механізму 13 завантажують металеві частки 15, які через відкриту шибєрну заслінку рівномірним потоком надходять до обертального гладкостінного барабана 1 У міру руху часток частина гладкостінного барабана 1, що розташована всередині індуктора 4, нагрівається індуктивними в ній струмами високої частоти При цьому всередині гладкостінного барабана 1 також наводиться високочастотне електромагнітне поле

При обертанні гладкостінного барабана 1 під дією сили тертя на стінки металеві частки 15 набувають вигляду зміщеного на певний кут  $\alpha$  у бік обертання сегмента, який описує щодо гладкостінного барабана 1 гвинтову лінію, крок якої залежить від частоти обертання й кута нахилу гладкостінного барабана 1 (див. фіг. 3) При цьому частки верхнього шару сегмента часток 15 під дією гравітаційних сил і вібрацій у звуковому й ультразвуковому діапазоні скочуються вниз на стінку гладкостінного барабана 1, під дією сил тертя підхоплюються стінкою й опиняються всередині сегмента Так відбувається інтенсивне перемішування металевих часток 15, які залишаються суцільним потоком під час просовування по всій довжині гладкостінного барабана 1

У нагрітій частині гладкостінного барабана 1 металеві частки 15 одержують тепло не тільки за рахунок теплопровідності, конвективного й променистого теплообміну Будучи суцільним потоком, частки 15 перетинаються силовими лініями 16 високочастотного електромагнітного поля (див. фіг. 2), яке індукує в ньому високочастотний струм й додатково нагріває його Силові лінії 16 електромагнітного поля багатовиткового циліндричного індуктора напрямлені паралельно осі індуктора і, отже, паралельно осі гладкостінного барабана У міру руху в активній зоні барабана частки нагріваються до необхідної температури й самопливом висипаються через розвантажувальний механізм 14

Таким чином, застосування в пристрої для нагріву металевих сипких часток нагрівального елемента у вигляді багатовиткового циліндричного індуктора, забезпечує індукційний нагрів гладкостінного барабана, а потік сипких металевих часток, що рухаються всередині гладкостінного бара-

бана, нагрівається не тільки за рахунок теплопровідності, конвективного й променистого теплообміну від стінок гладкостінного барабана, як у електропечах опору, але й додатково за рахунок тепла, що виділяється в самому потоці часток, викликаного високочастотним струмом під дією електромагнітного поля, наведеного індуктором При цьому підвищується швидкість нагріву, а, отже, і продуктивність пристрою, виключається окалинотворення й угар, що підвищує якість поверхні часток Відсутність утрат на розігрів і на акумуляцію тепла термоізоляційною кладкою знижує питомі затрати енергії порівняно з електропеччю опору

Випробування пристрою для нагріву металевих сипких часток провадилися на Мінському автомобільному заводі на дослідно-промисловій установці під час термообробки сталюого литого дробу При забиранні на нагрів потужності 50-90 кВт струму високої частоти вона забезпечує нагрів 600-800 кг/г дробу до температури 380-420°C Кут нахилу гладкостінного барабана складає 2° Довжина нагріваної зони складала 1200 мм, число оборотів обертання 10-100 у хвилину Електромагнітне поле в багатовитковому індукторі збуджувалося струмами високої частоти (СВЧ) при використанні машинного перетворювача частоти ВПЧ-100/8000, потужністю 100 кВт і частотою 8000 Гц Див. фіг. 4

Після термообробки дробу на заявленому пристрої нагріву при температурі 320-360°C протягом 3-7 хвилин він за своїми параметрами (твердості та структурі) близький до дробу французької фірми "Wheelabrator Allevard" Міцність виплавленого сталюого дробу після термообробки, визначена статистичним навантаженням до зруйнування дробини на універсальній розрізній машині при здавлюванні між твердосплавними пластинами в спеціально опрацьованому пристрої, перевищує показники французького дробу, що при інших рівних параметрах є наслідком більш правильної сферичної форми й більш гладкої поверхні

Створене на підставі пропонованої корисної моделі на МАЗі обладнання для термообробки дробу дозволяє регулювати температуру обробки й забезпечує твердість дробу в заданому інтервалі з урахуванням зміни хімічного складу плавки

Нагрів під час термообробки дробу провадять з вільним доступом у зону нагріву навколишнього атмосферного повітря, яке при температурі термічної обробки має значні окислювальні властивості Внаслідок малого часу нагріву створення окалини на поверхні не встигає виникати, а створюється тонка оксидна плівка, яка в подальшому забезпечує дріб від корозії Термооброблений дріб має приємний сиво-синій або фіолетовий колір і подальших захисних покриттів не потребує, у той час, як усі відомі виробники дробу для запобігання корозії провадять його додаткову обробку в спеціальних пасивуючих розчинах

Джерела інформації

1 А с №238027, Кл 21h, 12/18, опубл. 20.11.69, Бюл. №9, (СРСР)

2 А с №899674, МКИ С21P1/10, опубл. 27.01.82г, Бюл. №3, (СРСР)

3 Сидоренко В.Д. Применение индукционного нагрева в машиностроении, Л. Машиностроение,

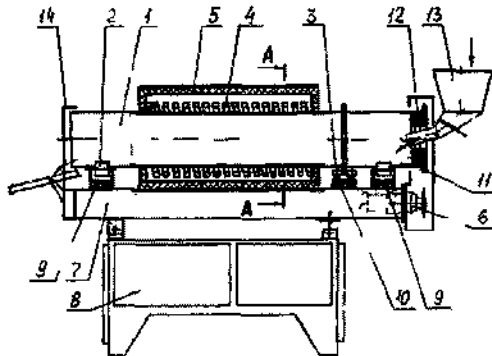
1980г, с 46

4 А С 947 600 Кл F27B7/00, 1982г, бюл №28

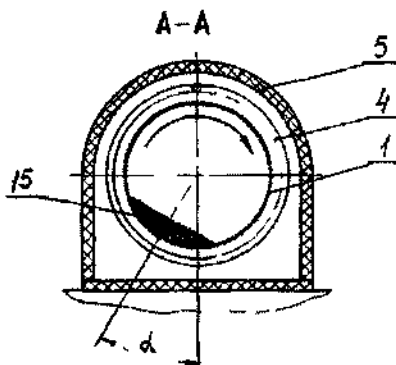
5 Свенчанский А Д Электрические промыш-

ленные печи, 4 1М, Энергия, 1975, с 122

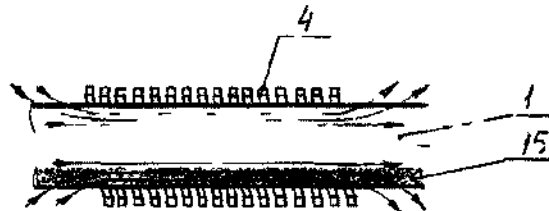
6 Ефимов Ф Т, Фролов Н Г Металлические дробь и песок, М Машгиз, 1963, С 74-77 - прототип



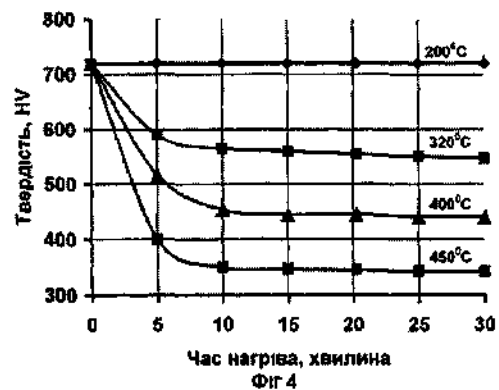
Фиг 1



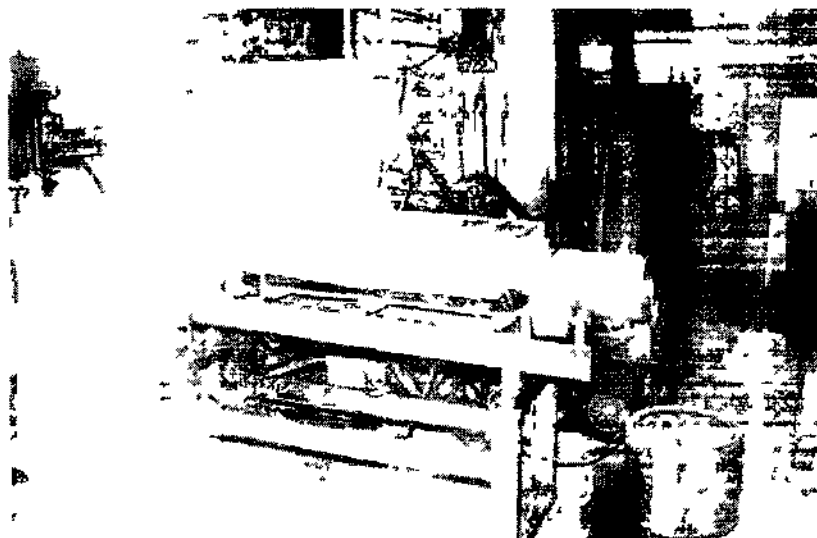
Фиг 3



Фиг 2



Фиг 4



Фиг 5