



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **16589** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
C21D 1/09МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС****ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕРМООБРОБКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДОВГОМІРНИХ ВИРОБІВ**

1

2

(21) u200601794

(22) 20.02.2006

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Жучинський Леонід Андрійович, Свистунов  
Микола Васильович, Стоян Сергій Леонідович(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕ-  
БУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА(57) 1. Пристрій для термообробки циліндричних  
довгомірних виробів, що містить опорно-  
направляючі елементи, механізми поступального  
й обертального руху оброблюваного виробу, єм-  
ність для збирання охолоджуючої води, який **від-****різняється** тим, що опорно-направляючі елементи  
виконані з ухилом 1-2° убік переміщення виробу, а  
як загартувальний пристрій використано круговий  
індуктор з високочастотним силовим кабелем, ро-  
зміщеними усередині виробу, що гартується, при  
цьому довжина високочастотного кабелю дорівнює  
довжині оброблюваного виробу, а сам кабель  
термоізолюваний.2. Пристрій за п.1, який **відрізняється** тим, що  
кабель поміщений у кругових тримачах з підпру-  
жинними роликами.

Корисна модель відноситься до термічної об-  
робки металів, а саме до пристрою для зміцнення  
внутрішніх поверхонь циліндричних виробів і може  
бути використана, наприклад, для підвищення  
міцності, твердості і зносостійкості сталевих магіс-  
тральних труб. Такі труби, тобто їхню внутрішню  
поверхню, піддають поверхневому загартуванню  
індукційним нагріванням СВЧ (струмами високої  
частоти).

Відомо про пристрій для загартування труб  
[«Устройство для закалки труб», а.с. СССР  
№1127295А, кл. C21D9/08, 1988р.]. Пристрій від-  
носиться до області термічної обробки і може бути  
використаний для загартування довгомірних труб  
після прокату. Метою корисної моделі є підвищен-  
ня точності геометричних розмірів труб після роз-  
кочування і загартування. Для досягнення постав-  
леної мети в пристрої для загартування труб,  
переважно з прокатного нагрівання, що містить  
коаксиально розташовані по горизонтальній осі  
кільцевий зовнішній і внутрішній у вигляді порож-  
нього стрижня спреєри, на внутрішній поверхні  
зовнішнього спреєра виконані виступи, розміщені у  
верхній і нижній частинах спреєра зі зсувом друг  
щодо друга. Виступи розміщені на вході, у серед-  
ній частині і на виході спреєра. Від виступів зале-  
жить точність геометричних розмірів труб після  
розкочування і загартування. Загартування труб  
здійснюється відразу ж після розкочування при  
температурі 950...980°C. У даному технічному рі-

шенні загартування труб виконується з двох сто-  
рін: із зовнішньої і з внутрішньої сторони по всій  
довжині і перетину труби. Загальними ознаками з  
пристроєм, що являється, є: опорно-направляючі  
елементи, механізми поступального й обертально-  
го рухів, ємність для збору охолоджуючої води. У  
відомому технічному рішенні відсутня можливість  
загартування тільки внутрішньої робочої поверхні  
труби для підвищення міцності металу (твердості,  
границі текучості, ударної в'язкості) зі збережен-  
ням 70...80% в'язкості незагартованого металу з  
зовнішньої сторони труби.

Найбільш близьким по технічній сутності рі-  
шенням є агрегат для термічної обробки довгомір-  
них циліндричних виробів за а.с. СССР №1082844,  
кл. C21 D9/08, 1983г., який відрізняється тим, що з  
метою підвищення надійності транспортування  
виробів, біконічні ролики виконані з перемінними  
кутами розкриття  $\delta$  (град), що зростає в міру збі-  
льшення кутів нахилу а осей роликів до площини,  
перпендикулярної до осі агрегату, і обумовленими  
із співвідношення:

$$\delta = 2 \cdot \arctg \left[ \frac{L}{(D - d) \cdot \cos \alpha} \right]$$

де L - відстань між верхніми крапками реборд  
роликів, мм;D - максимальний зовнішній діаметр роликів,  
мм;

d - мінімальний зовнішній діаметр роликів, мм.

(13) **U**  
(11) **16589**  
(19) **UA**

Корисна модель відноситься до термічної обробки і може бути використана при виготовленні, наприклад, зміцненні труб нафтового сортаменту і є удосконаленням пристрою за а.с. СССР №1082844. Метою корисної моделі є підвищення надійності транспортування виробів через агрегат для термічної обробки. Виріб, що гартується, знаходиться в нагрівальній камері, відкіля переміщуючись в подовжньому напрямку обертаючись, нагрівається до температури загартування (950°C). Подовжнє переміщення й обертання виробу здійснюється біконічними роликками до заданої швидкості, що дозволяє рівномірно загартовувати виріб (трубу) по всій довжині і периметру. Загальними ознаками з пристроєм, що являється, є: опорно-направляючі елементи, механізми поступального й обертального рухів, ємність для збору охолоджуючої води. Як і в попередньому рішенні відсутня можливість загартовування тільки внутрішньої робочої поверхні труб з метою підвищення міцності металу труб (твердості, границі текучості, зносостійкості, ударній в'язкості) зі збереженням 70...80% в'язкого, незагартованого металу з зовнішньої сторони труби. Даний пристрій прийнятий як прототип.

Ставиться задача удосконалення пристрою для термообробки циліндричних виробів, у якому використання індукційного нагрівання струмами високої частоти з застосуванням кругового індуктора і високочастотного силового кабелю дозволяє загартовувати внутрішню поверхню довгомірних циліндричних виробів, у результаті чого підвищується міцність, довговічність виробів.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для термообробки циліндричних довгомірних виробів, що містить опорно-направляючі елементи, механізми поступального й обертального руху оброблюваного виробу, ємність для збору охолоджуючої води, відповідно до корисної моделі додатково постачаний опорно-направляючими елементами, виконаними з ухилом 1-2° убік переміщення виробу, а як загартовувальний пристрій використано круговий індуктор з високочастотним силовим кабелем, розміщеними усередині виробу, що гартується, при цьому довжина високочастотного силового кабелю порівнянна з довжиною оброблюваного виробу, а сам кабель термоізолюваний.

Пристрій також відрізняється тим, що термоізоляція кабелю виконана з діелектричного матеріалу, а сам кабель поміщений у кругових держателях з підпружиненими роликами.

Термічна обробка (загартування, відпуск, термоциклічна обробка й ін.) трубопроводів, що працюють під тиском, широко застосовується при спорудженні магістральних водо-, нафто- і газопроводів у нафтовій, газовій і інших галузях. Найбільш досконалий спосіб підвищення міцності, в'язкості, твердості, зносостійкості металу труб досягається індукційним поверхневим загартуванням СВЧ. Особливо важливо застосовувати цей метод загартування СВЧ для магістральних трубопроводів нафти і газу, що працюють у різних кліматичних зонах при високих параметрах робочих середовищ (50...70 кгс/см<sup>2</sup>), наприклад, у районах Крайньої Півночі, де негативна температура

досягає 50...60°C і більш. Забезпечення опірності статичним і динамічним навантаженням труб досягається збереженням пластичності і в'язкості основної маси металу (близько 70%). При поверхневому загартуванні на глибину 1,5...3,0 мм загартовується лише 30% металу зсередини труби, інший метал - в'язкий. Труби магістральних трубопроводів в екстремальних умовах експлуатації витримують подвійне навантаження: із внутрішньої сторони високий тиск чи газу, нафти (50...70 кгс/см<sup>2</sup>), а з зовнішньої сторони - високі негативні температури навколишнього середовища - 50...60°C. Оскільки метал в'язкий (незагартований), то він витримує високу негативну температуру крихкості. Дуже важливо застосовувати термоциклічну обробку (ТЦО) індукційним нагріванням СВЧ зварених стиків нафтових і газових труб при зварюванні і монтажі трубопроводів у польових умовах, що підвищує ударну в'язкість металу. З досвіду відомо, що ударна в'язкість « $\alpha_n$ » при ТЦО маловуглецевих сталей ВМСт.3 збільшується: з 65 до 124 Дж/см<sup>2</sup>, сталі 40 з 42 до 111 Дж/см<sup>2</sup>, а сталі 40Х с 56 до 172 Дж/см<sup>2</sup> і т.д. Одночасно з ударною в'язкістю підвищуються і параметри міцності сталі. Приміром, для сталі ВМСт.3: межа міцності підвищується з 462 до 583 МПа, границя текучості з 362 до 416 МПа; для сталі 40: межа міцності збільшується з 562 до 672 МПа, границя текучості з 406 до 491 МПа і т.д. [Федюкин В.М. Метод термоциклической обработки металлов. - 1984г.]. Довгомірні циліндричні вироби (труби) після загартування необхідно відпускати для зняття гартівних мікро- і макронапруг. Як відомо, довгомірні вироби досягають 20 м і більш. Печей для відпуску таких деталей немає. Тому доцільно, застосувати для відпуску більш новий спосіб - електрофізичну обробку деталей. Цей метод найефективніший. У порівнянні з прототипом пропонуване рішення дозволяє зробити поверхневе загартування внутрішньої поверхні циліндричних довгомірних виробів (труб) індукційним нагріванням СВЧ, що підвищує міцність, твердість, зносостійкість, в'язкість металу труб, у той час як прототип підвищує надійність транспортування виробів через агрегат для термічної обробки.

На Фіг. зображено схему пристрою для термообробки циліндричних довгомірних виробів.

Пристрій для загартування довгомірних циліндричних виробів включає виріб, що гартується 1, який установлений на валику 9, що встановлено в два ряди по обидві сторони виробу, високочастотний силовий кабель 2, що проходить усередині виробу 1 по всій його довжині, круговий індуктор 3, спреєр 4, установлений поруч з індуктором 3, круговий держатель високочастотного силового кабелю 5, підпружинений роликами для перекочування самого держателя 5 по внутрішній поверхні виробу 1 при обертанні його в процесі загартування; механізм обертання виробу 1 включає електродвигун 7, редуктор 8 і опорний валик 9; механізм прямолінійного переміщення візка 6 містить електродвигун 10 і редуктор 11, трос сталевий 12 для переміщення візка 6, ємність для збору охолоджуючої води 13, рейки шляхові 14, обмежник переміщення візка 15, генератор СВЧ 16, охолоджуюча вода 17. Стандартні вироби - електродвигуни, редуктори,

трос, рейки. У якості індуктора для термообробки циліндричних довгомірних виробів застосовано круговий індуктор аналогічно тому, що зазначений в патенті України №9578 «Спосіб термообробки внутрішніх поверхонь циліндричних виробів», С21D1/10 від 17.10.2005.

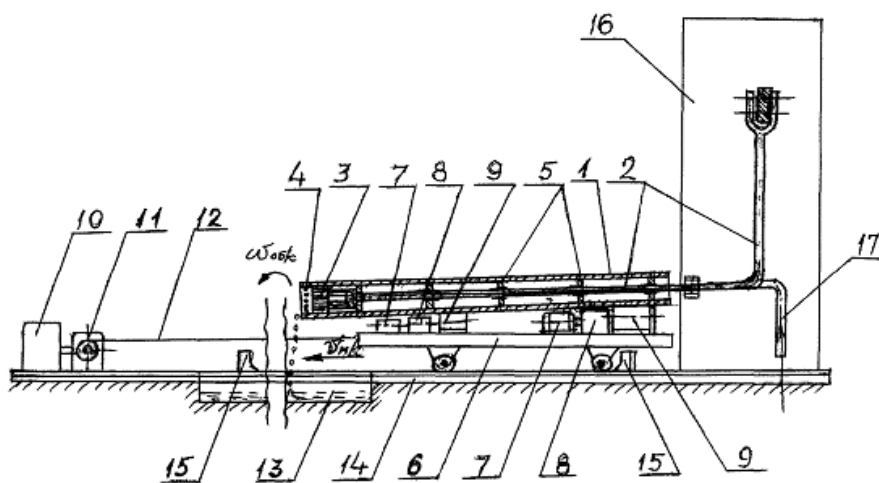
Високочастотний силовий кабель для передачі високочастотної енергії до загартовуючого виробу, у передбачуваній корисній моделі застосований згідно з а.с. СССР №1374289 від 15 жовтня 1987р., а механізм обертання виробу при загартуванні містить електродвигун заданої потужності і редуктор, що забезпечує кількість оборотів 0,5...1,0об/с.

Пристрій працює в такий спосіб.

Візок 6 встановлюють у вихідне положення (як показано на Фіг.). Виріб 1 перед загартуванням установлюють на валики 9 механізму обертання, що знаходиться на візку 6. Через порожній отвір виробу 1 заводять високочастотний силовий кабель 2, з'єднаний з індуктором 3, і спреєром 4 і пропускають через усю довжину виробу 1. Далі високочастотний силовий кабель 2, з'єднують з генератором СВЧ 16, причому спреєр 4 і індуктор 3 установлюють наприкінці виробу 1 (початок загартування), подають охолоджуючу воду на них 17, включивши генератор СВЧ 16, подають високочастотну електроенергію на індуктор 3, роблять нагрівання внутрішньої поверхні циліндричного виробу до гартівної температури (950°). Роблячи нагрів виробу до гартівної температури, включа-

ють одночасно механізм обертання виробу, що гартується, 7, 8, 9 і механізм переміщення візка 6. Процес загартування відбувається безупинно до виходу індуктора 3 з виробу 1. Гартівний холодоагент (вода) самопливом надходить у водозбірник 13. При виході індуктора 3 з виробу, що гартується, 1 відключають генератор СВЧ 16, механізм обертання виробу 7, 8, 9 і механізм протягання візка 10, 11. Рейковий шлях (2 нитки) 14 забезпечує прямолінійне переміщення візка 6, а 15 є обмежником його переміщення. На цьому процес загартування закінчується. Загартований виріб 1 знімається з валиків 9 і на його місце закладають інший циліндричний виріб для наступного загартування і т.д.

Пропонована корисна модель дозволяє підвищити міцність, пластичність, твердість (а значить зносостійкість) робочої поверхні магістральних трубопроводів, що працюють у різних кліматичних зонах (районах Крайньої Півночі), при високих параметрах робітничих середовищ (газів, нафти). Труби в екстремальних умовах експлуатації витримують високі тиски середовища з внутрішньої сторони і високі негативні температури (температуру крихкості металу) із зовнішньої сторони. Відсутнє тріщиноутворення й інші деформації труб. Для відпуску термооброблених труб застосовується електрофізична обробка (ЕФО) у зв'язку з відсутністю печей великих габаритів.



Фіг.