



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **163966** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
B21B 21/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2026 01465	(72) Винахідник(и): Угрюмов Юрій Дмитрович (UA), Добряк Володимир Дмитрович (UA), Мазур Ігор Анатолійович (UA), Угрюмов Дмитро Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.03.2026	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 13.08.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 12.08.2026, Бюл.№ 32	(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010 (UA)

(54) СПОСІБ ГАРЯЧОЇ ПІЛІГРИМОВОЇ ПРОКАТКИ ТРУБ

(57) Реферат:

Спосіб гарячої пілігримової прокатки труб включає прокатку гільзи на дорні валками в трубу з недокатом заднього кінця гільзи, який утворює пілігримову головку, попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби, розкатку пілігримової головки на вільній ділянці дорна і подальшого остаточного вивільнення дорна з труби. Ділянку труби, довжиною від одного до трьох її зовнішніх діаметрів, яка примикає до пілігримової головки, прокатують зі збільшеною товщиною стінки на 10-15 % порівняно з товщиною стінки основної частини труби шляхом збільшення розхилу валків та з величиною подачі металу на 15-20 % вище подачі при прокатці основної частини труби, потім здійснюють попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби та повторну розкатку потовщеної ділянки труби шляхом зменшення розхилу валків до вирівнювання товщини стінки з подальшою розкаткою пілігримової головки та остаточного вивільнення дорна з труби.

UA 163966 U

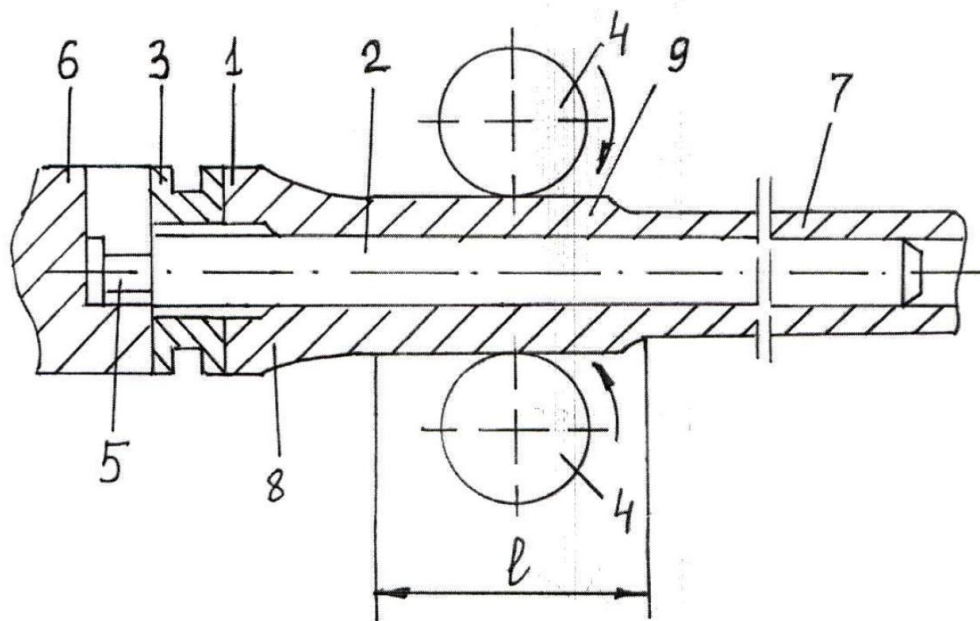


Fig. 1

Корисна модель належить до обробки металів тиском, а саме до виробництва труб на пілігримових трубопрокатних установках і може бути використана при прокатці товстостінних, з відношенням D/S рівним 6-15, та особотовстостінних, з відношенням D/S меншим 6, труб.

Процес гарячої пілігримової прокатки труб характеризується наявністю пілігримової головки на задньому кінці гільзи, що суттєво збільшує витратний коефіцієнт металу (ВКМ). Наявність пілігримової головки обумовлюється особливістю процесу пілігримової прокатки труб з переднім підпором на розкат зі сторони дорнового замка подавального апарата.

Втрати металу в пілігримову головку знижують конкурентоспроможність пілігримового способу прокатки труб порівняно з безперервним, автоматичним та іншими способами, при використанні як вихідної заготовки безперервнолитого металу.

Відомий спосіб гарячої пілігримової прокатки труб, який включає деформування гільзи валками на дорні зі встановленою кутовою швидкістю валків (Данилов А.Ф., Глейберг А.З., Балакин В.Г. Горячая прокатка и прессование труб. - М.: Металлургия, 1972. - 576 с.).

Відомий спосіб не дозволяє збільшити вихід гідного шляхом зменшення маси пілігримової головки на задньому кінці гільзи внаслідок підпору в задній торець гільзи зі сторони подавального апарата.

Для зменшення маси пілігримової головки і, відповідно, збільшення виходу гідного і зниження ВКМ, здійснюють розкатку пілігримової головки на вільній ділянці дорна без підпору гільзи зі сторони плунжера подавального апарата. При цьому однією з основних проблем є зняття труби з дорну після закінчення прокатки. Внаслідок цього розкатку пілігримової головки здійснюють на товстостінних, з відношенням D/S рівним 6-15, та особотовстостінних, з відношенням D/S меншим 6, труб, що забезпечує стабільне зняття труби зусиллям подавального апарату за допомогою шибера пристрою без зминання її заднього кінця.

Відомий спосіб пілігримової прокатки труб, що містить деформацію гільзи на дорні валками, часткове вивільнення дорна з труби і розкатку пілігримової головки без підпору гільзи, відповідно до якого перед початком розкатки пілігримової головки ділянку труби, яка вивільнена від дорна на відстань від його торця 0,5-2,0 діаметра труби, деформують до зменшення одного з розмірів її поперечного перерізу на величину, рівну 1-2 % діаметра дорна (А.С. СССР № 743733. МКИ В21В 21/00. Способ пилигримовой прокатки труб. Опубл. 30.06.1980, Бюл. № 24).

Відомий спосіб не дозволяє знизити масу пілігримової головки та збільшити вихід гідного внаслідок нестабільності процесу розкатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна, що обумовлено неконтрольованим значним зміщенням розкату по дорну внаслідок динамічного впливу валків на пілігримову головку.

Відомий спосіб гарячої пілігримової прокатки труб, який містить деформацію гільзи валками на дорні, фіксацію положення труби, часткове вивільнення дорну, примусове охолодження частини труби що прокатується, розкатку пілігримової головки гільзи на вільній ділянці дорна, повторну фіксацію труби і остаточне вивільнення дорна, відповідно до якого фіксацію труби здійснюють обтисканням її діаметра матрицями, причому кінець труби, який обтискається матрицями, перед остаточним вивільненням дорна, охолоджують (А.С. СССР № 1759489. МКИ В21В 21/00. Способ горячей пилигримовой прокатки труб. Опубл. 17.09.1992, Бюл. № 33).

Відомий спосіб не дозволяє підвищити стабільність розкатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна та забезпечити безаварійну розкатку головки внаслідок її остигання до кінця гарячої пілігримової прокатки.

Відомий спосіб гарячої пілігримової прокатки труб, який містить деформацію гільзи в трубу з отриманням пілігримової головки на задньому кінці гільзи валками на дорні з упором торця гільзи в дорнове кільце і з підпором дорна та гільзи зі сторони подавального апарата, фіксацію положення отриманої труби шибера пристроєм, часткове вивільнення дорна і одночасне примусове охолодження частини труби, що прокатується на вихідній стороні стана, розкатку пілігримової головки гільзи на вільній ділянці дорна без підпору в торець гільзи, фіксацію заднього кінця труби матрицями з одночасним її охолодженням та остаточним вивільненням дорна, відповідно до якого розкатку пілігримової головки здійснюють зі збільшенням товщини стінки в 1,2-2,0 рази відносно до стінки основної частини труби на ділянці довжиною 0,5-2,0 діаметра труби, який примикає до її заднього кінця, шляхом підйому верхнього валка, а фіксацію охолодженого потовщеного кінця труби здійснюють матрицями, на робочих поверхнях яких нанесені зносостійкі валики, розташовані в поперечному напрямку до осі труби, причому однойменні валики взаємно зміщені на обох матрицях (Патент № 86284 Україна. МПК В21В 21/00. Способ горячей пилигримовой прокатки труб. Опубл. 25.12.2013, Бюл. № 24.).

Відомий спосіб не дозволяє підвищити стабільність процесу розкатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна та не забезпечує внаслідок цього безаварійної деформації головки валками і в кінцевому підсумку суттєвого зменшення маси пілігримової головки.

Відомий спосіб гарячої прокатки труб з Хованих заготовок на установках з пілігримовими станами (Способ горячей прокатки труб из кованых заготовок и слитков (непрерывнолитых, ЭШП и ВДП) на установках с пилигримовыми станами (Патент РФ 2207201. МПК В21В 21/00, В21В 21/04. Опубл. 27.03.2003. Бюл. № 9). Суть винаходу полягає в тому, що перед вивільненням дорна з гільзи-труби, яка недокатана, останню деформацію пілігримової головки здійснюють з подачею в 2,0-2,5 рази вище заданої, а стягування гільзи-труби з дорна дорновим кільцем здійснюють на величину $1 \geq 0,2 \cdot \mu + 0,4$, де 1 - величина (довжина) вивільненої (що витягується) частини дорна, м; μ - коефіцієнт витяжки.

Недоліками відомого способу є наступне:

- при останній деформації пілігримової головки перед вивільненням дорна збільшення подачі в 2,0-2,5 рази вище заданої при прокатці основної частини труби, збільшує обхват дорна на цій ділянці труби, що прокатується, але подальше попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби для розкатки пілігримової головки усуває контакт між гільзою-трубою і дорном за рахунок конусності останнього;

- збільшення подачі при останній деформації пілігримової головки перед вивільненням дорна з гільзи-труби, яка недокатана, призводить до зростання тиску металу на валки, зниженню стійкості валків і дорнів.

Відомий спосіб виробництва труб на установках з пілігримовими станами (А.С. СССР 503606, МКИ В21В 23/00. Способ производства труб на установке с пильгерстанами. Опубл. 25.02.1976, Бюл. № 7), який містить отримання гільзи, прокатку гільзи на пілігримовому стані з підвищеною подачею, подальшу поперечно-гвинтову прокатку і калібрування труби з перерозподілом деформації між станами та зниженням деформації на пілігримовому стані, при цьому поперечно-гвинтову розкатку здійснюють з витягуванням 1,5-2,5 відносно до її витягування на пілігримовому стані 1:2-1:4.

Недоліком відомого способу є неможливість забезпечити повну розкатку пілігримової головки без використання поперечно-гвинтової розкатки труб, обладнання для здійснення якої відсутні на діючих пілігримових установках.

Відомий спосіб виробництва труб на установках з пілігримовими станами (А.С. СССР № 70581. МКИ В21В 23/00. Способ производства труб на установках с пильгерстанами. Опубл. 15.10.1980, Бюл. № 38) згідно з яким роблять прошивання нагрітої заготовки в гільзу, прокатку на пілігримовому стані з підвищеною подачею та подальшою поперечно-гвинтовою розкаткою, при прокатці на пілігримовому стані кінцевих ділянок гільзи довжиною 0,1-3,0 її діаметра збільшують розхил валків у 1,02-1,15 рази порівняно з розхилом при прокатці середини та отриману з потовщеними кінцями трубу піддають поперечно-гвинтовій розкатці до вирівнювання товщини стінки по довжині.

Недоліком відомого способу є неможливість повної розкатки пілігримової головки без використання поперечно-гвинтової розкатки труб, обладнання для здійснення якої відсутнє на діючих пілігримових установках.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі є спосіб гарячої пілігримової прокатки труб (А.С. СССР № 290778. МКИ В21В 21/00. Способ горячей пилигримовой прокатки труб. Опубл. 06.01.1971, Бюл. № 3), згідно з яким перед розкаткою пілігримової головки знімають підпор на задній торець гільзи зі сторони дорнового кільця за рахунок попереднього вивільнення дорна за допомогою подавального апарата при фіксації заднього торця гільзи за допомогою шибера.

Суттєвими ознаками найбільш близького аналога, які співпадають з суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляється, є: прокатка гільзи на дорні валками в трубу з недокатом заднього кінця гільзи, який утворює пілігримову головку, попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби, розкатка пілігримової головки на вільній ділянці дорна, остаточне вивільнення дорна з труби.

Недоліками способу гарячої пілігримової прокатки труб, згідно з найближчим аналогом, є:

- низька надійність та стабільність розкатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна;
- значне зміщення гільзи-труби по дорну при розкатці пілігримової головки в перших 2-3 циклах внаслідок порушення зчеплення розкату з дорном після його попереднього вивільнення;
- необхідність значного збільшення довжини вільної ділянки дорна до 1,2-1,5 м для розкатки пілігримової головки, що призводить до нестабільності процесу її розкатки та збільшує тривалість допоміжних операцій з переміщення розкату з дорном до валків для розкатки пілігримової головки.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу гарячої пілігримової прокатки труб, з відношенням D/S, рівним 6-15, та відношенням D/S, меншим 6, за рахунок збільшення зчеплення труби з дорном перед розкаткою пілігримової головки після його попереднього вивільнення з гільзи-труби шляхом додаткової деформації ділянки труби, яка

примикає до пілігримової головки, що дозволить підвищити стабільність та надійність розклатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна, і знизити тривалість допоміжних операцій задавання розклату з дорном у валки за рахунок скорочення довжини вільної ділянки дорну для розклатки пілігримової головки.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі гарячої пілігримової прокатки труб, що включає прокатку гільзи на дорні валками в трубу з недокатом заднього кінця гільзи, який утворює пілігримову головку, попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби, розклатку пілігримової головки на вільній ділянці дорна та подальше остаточне вивільнення дорна з труби, згідно з корисною моделлю, ділянка труби, довжиною від одного до трьох її зовнішнього діаметра, яка примикає до пілігримової головки, прокатують зі збільшеною товщиною стінки на 10-15 % порівняно з товщиною стінки основної частини труби шляхом збільшення розхилу валків та з величиною подачі металу на 15-20 % вище подачі при прокатці основної частини труби, потім здійснюють попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби та повторну розклатку потовщеної ділянки труби шляхом зменшення розхилу. Валків до вирівнювання товщини стінки з подальшою розклаткою пілігримової головки і остаточним вивільненням дорна, при цьому розклатку пілігримової головки здійснюють в перших 2-3 циклах з числом обертів валків меншим на 30-50 % порівняно з прокаткою основної частини труби.

Причинно-наслідковий зв'язок між суттєвими ознаками корисної моделі, що заявляється, та технічним результатом, який досягається, полягає в наступному.

Підвищення стабільності та надійності розклатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна при прокатці труб з відношенням D/S , рівним 6-15, та відношенням D/S , меншим 6, досягається за рахунок збільшення зчеплення гільзи-труби з дорном після його попереднього вивільнення і значного зменшення довжини вільної ділянки дорна. Це забезпечується за рахунок додаткової розклатки потовщеної ділянки труби, яка примикає до пілігримової головки на довжині від одного до трьох зовнішніх діаметрів труби. Товщина стінки цієї ділянки труби на 10-15 % більше порівняно з товщиною стінки основної частини труби, що забезпечується шляхом збільшення розхилу валків. При цьому величина подачі металу при прокатці потовщеної ділянки труби на 15-20 % вище подачі при прокатці основної частини труби. Це забезпечує суттєве зниження зміщення розклату по дорну в перших 2-3 циклах за рахунок збільшення зчеплення розклату з дорном після його попереднього вивільнення.

Додатковим фактором для зменшення зміщення розклату по дорну в перших 2-3 циклах є зниження числа обертів валків в цей період на 30-50 % порівняно з прокаткою основної частини труби за рахунок зниження динамічного впливу валків на пілігримову головку, що залежить від швидкості прокатки.

Вибір довжини потовщеної ділянки труби, яка примикає до пілігримової головки, і потовщення її стінки обумовлений необхідністю створення сил зчеплення розклату з дорном, для значного зменшення зміщення розклату по дорну в напрямку обертання валків в перших 1-3 циклах.

Зменшення довжини цієї ділянки менше одного зовнішнього діаметра труби і її товщини стінки менше 10 % товщини стінки основної частини труби зменшує сумарні сили тертя між розклатом та дорном, що збільшує зміщення розклату по дорну.

Збільшення довжини цієї ділянки більше трьох зовнішніх діаметрів труби і збільшення товщини її стінки більше 15 % призводить до зростання тривалості прокатки та зниження продуктивності.

Вибір величини подачі металу при прокатці потовщеної ділянки труби, яка примикає до пілігримової головки, на 15-20 % вище подачі при прокатці основної частини труби обумовлюється необхідністю зниження часу прокатки, при цьому зниження подачі на 15 % не ефективно з точки зору зменшення тривалості прокатки, а збільшення подачі понад 20 % не доцільно внаслідок збільшення тиску металу на валки.

Зниження числа обертів валків на 30 % при перших 2-3 циклах розклатки пілігримової головки не ефективно для зменшення динамічних зусиль зі сторони пілігримової головки, а збільшення - понад 50 % недоцільно з точки зору продуктивності.

Після попереднього вивільнення дорна [з гільзи-труби на величину, яка необхідна для розклатки пілігримової головки, порушується зчеплення гільзи-труби з дорном внаслідок конусності останнього. Для відновлення цього зчеплення попередньо прокатують потовщену ділянку труби, яка примикає до пілігримової головки, а потім її додатково розклатують до вирівнювання товщини стінки по довжині труби.

В результаті повторного обтискання потовщеної ділянки труби збільшуються сили тертя на контакті гільзи-труби з дорном за рахунок зростання сил надмірного тиску, що підвищує сили зчеплення між ними, і при подальшій розклатці пілігримової головки перешкоджає зміщенню

гільзи-труби по дорну при перших 2-3 циклах розкатки внаслідок динамічного впливу валків на задній кінець гільзи, в результаті якого виникає сила, що зміщує гільзу-трубу відносно дорна в напрямку обертання валків пілігримового стана. Тому для перешкодження зміщенню гільзи-труби в перших циклах розкатки пілігримової головки сили тертя F_T в місці контакту гільзи-труби з дорном повинні бути рівними або більшими сил, зі сторони валків P_B , тобто $F_T \geq P_B$. Цьому сприяє зниження числа обертів валків при розкатці пілігримової головки в перших 2-3 циклах.

Величина L попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби, яка визначається відстанню між дорновим замком подавального апарата та заднім торцем гільзи-труби визначається з вираження:

$$L = l_k + l_w + l_1 + l_2 + l_3,$$

де, l_k - ширина дорнового кільця, в мм; l_w - ширина шибера, в мм; l_1 - величина зміщення гільзи-труби по дорну в перших 2-3 циклах розкатки пілігримової головки, в мм; l_2 - величина зміщення гільзи-труби по дорну при подальших циклах розкатки пілігримової головки, в мм; l_3 - резервна величина, в мм.

Згідно з відомим способом гарячої пілігримової прокатки труб з розкаткою пілігримової головки, на вільній ділянці дорна величина L попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби, визначається вище наведеним рівнянням, в значному ступені визначається величиною l_1 , яка представляє собою зміщення гільзи-труби по дорну в перших 2-3 циклах розкатки пілігримової головки. При цьому в першому циклі розкатки величина зміщення гільзи-труби по дорну в напрямку обертання пілігримових валків може досягати 400 мм, відповідно, в другому та третьому циклах 270 і 100 мм. При $l_k=300$ мм, $l_w=60$ мм, $l_2=150$ мм та $l_3=20$ мм необхідна величина L попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби складає $L=300+60+270+150+20=770$ мм=1,3 м.

З досвіду відомо, що, згідно з відомим способом пілігримової прокатки з розкаткою пілігримової головки, величина L попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби складає 1,2-1,5 м та більше, що знижує стабільність процесу розкатки пілігримової головки, збільшує час розкатки та знижує тим самим продуктивність пілігримового стана.

Згідно з пропонованим способом збільшення зчеплення гільзи-труби з дорном, в результаті повторного обтискання ділянки труби, що примикає до пілігримової головки, суттєво знижується зміщення гільзи-труби при перших 2-3 циклах розкатки приблизно з 400 до 70 мм, що забезпечує величину попереднього вивільнення дорна рівну близько 600 мм за інших рівних умов. Це значно скорочує допоміжний час задавання гільзи-труби у валки та підвищує продуктивність стана, і забезпечує стабільність та надійність розкатки пілігримової головки.

Таким чином, спосіб гарячої пілігримової прокатки труб, що заявляється, відповідає критерію "новизна".

Порівняння з іншими технічними рішеннями у цій області техніки не виявило у них ознак, які відрізняють корисну модель від найближчого аналога.

Спосіб гарячої пілігримової прокатки труб пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 наведено прокатку потовщеного кінця труби довжиною 1, відповідно, з пілігримовою головою; на фіг. 2 - процес попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби для розкатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна довжиною L , на фіг. 3 - процес розкатки потовщеної ділянки труби до вирівнювання товщини стінки; на фіг. 4 - процес остаточного вивільнення дорна з труби після розкатки пілігримової головки.

Пропонований спосіб гарячої пілігримової прокатки труб здійснюється наступним чином.

Гільза 1 на дорні 2 з дорновим кільцем 3 задається у валки 4 пілігримового стана, при цьому хвостовик 5 дорна закріплений в дорновому замку 6 подавального апарата (фіг. 1). На фіг. 1 подавальний апарат не показаний.

Гільза 1 розкатується в трубу 7 валками 4 на дорні 2 з заданим числом обертів та величиною подачі, з утворенням пілігримової головки 8 (фіг. 1). Задня ділянка труби 9 довжиною l , яка примикає до пілігримової головки 8, утвореної внаслідок недокату заднього кінця гільзи за рахунок підпору зі сторони дорнового кільця, прокатується зі збільшенням розхилу валків 4 та з величиною подачі металу на 15-20 % більше подачі при прокатці основної частини труби, що призводить до утворення потовщення ділянки труби довжиною l , яка дорівнює від одного до трьох зовнішніх діаметрів труби.

Вибір величини потовщення ділянки 9 труби на 10-15 % порівняно з товщиною стінки середньої частини труби обумовлюється наступним. При подальшій повторній прокатці ділянки 9 до вирівнювання товщини стінки по товщині труби це дозволяє утворити величини нормального тиску валків на трубу, що забезпечує збільшення сил контактного тертя між трубою і дорном на цій ділянці. Після прокатки потовщеної ділянки 9 труби, валки 4 розводять.

Після цього здійснюють попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби за допомогою шибера 10 і переміщення дорна за стрілкою А подавальним апаратом для здійснення процесу розкатки пілігримової головки на вільній ділянці дорна (фіг. 2). В результаті цього порушується контакт гільзи-труби з дорном внаслідок конусності останнього, діаметр якого зменшується до переднього кінця дорна.

Після того гільзу-трубу задають у валки 4, розхил яких зменшують для здійснення розкатки потовщеної ділянки 9 до вирівнювання товщини стінки по довжині труби 7 (фіг. 3). В результаті цього і під дією сил нормального тиску внаслідок деформації стінки труби утворюються сили тертя між трубою і дорном. Наявність сил тертя між гільзою і дорном на ділянці довжиною І перешкоджає зміщенню гільзи-труби по дорну в напрямку обертання валків.

Після того розкатують пілігримову головку зі зменшенням числа обертів валків в перших 2-3 циклах на 30-50 %, при цьому наявність сил зчеплення між трубою і дорном, значно знижує зміщення гільзи-труби по дорну в напрямку обертання валків або навіть усуває його в процесі перших 2-3 циклів розкатки. В процесі подальшої розкатки пілігримової головки збільшується контакт гільзи-труби з дорном і сили тертя між ними перешкоджають зміщенню гільзи-труби. Тому після перших 2-3 циклів розкатки число обертів валків знов збільшують.

В процесі розкатки пілігримової головки відбувається пластична течія металу по дорну внаслідок деформації металу, величина якого в кожному циклі складає 10-12 мм (Чернявский А.А., Березовский В.В., Угрюмов Ю.Д. Экономия металла при производстве труб нефтяного сортамента. - М.: Металлургия, 1987. - 305 с.). Після розкатки пілігримової головки розводять валки 4 і остаточно вивільняють дорн 2 з труби 7 за допомогою шибера 10 та переміщення дорна 2 за допомогою подавального апарата за стрілкою А (фіг. 4).

Запропонований спосіб гарячої пілігримової прокатки труб забезпечує порівняно з найближчим аналогом суттєве скорочення величини попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби для розкатки пілігримової головки з 1,2-1,5 м до 0,6 м при інших рівних умовах, що підвищує стабільність процесу розкатки пілігримової головки, зниження допоміжного часу розкатки та збільшення тим самим продуктивності.

Приклад реалізації способу гарячої пілігримової прокатки труб, що пропонується.

Здійснювали прокатку труб розміром $\varnothing 355,6 \times 25,4$ мм з відношенням D/S, рівним 14, із злитка круглого поперечного перерізу діаметром $\varnothing 495$ мм і висотою 1800 мм.

Після нагрівання злитка до температури гарячої деформації 1280 °С і гідрозбиву окалини здійснювали прошивання злитка в стакан з зовнішнім діаметром $\varnothing 505$ мм, внутрішнім діаметром $\varnothing 240$ мм і товщиною донця 120 мм; коефіцієнт витягування при прошиванні $\mu = 1,12$; довжина стакана 2016 мм.

Після підігріву стакана до температури 1280 °С здійснювали його розкатку в гільзу з прошиванням донця на стані елонгаторі. Зовнішній діаметр гільзи склав $\varnothing 505$ мм, товщина стінки - 87,5 мм. Розкатку здійснювали на короткій конічній оправці діаметром $\varnothing 315$ мм, з коефіцієнтом витягування $\mu = 1,41$; довжина гільзи - 2885 мм.

Потім гільза надходить на ділянку позастанового заряджання, де в неї заряджається дорн з дорновим кільцем і вони передаються на пілігримовий стан. Прокатку гільзи на дорні з середнім діаметром $\varnothing 310,5$ мм здійснюють валками в калібрі діаметром $d_{kl} = d_d + 2 \cdot S_n = 310,5 + 2 \cdot 25 = 360,5$ мм, де S_n - середня товщина стінки труб на пілігримовому стані; коефіцієнт витягування - $\mu = 4,3$. На задньому кінці гільзи залишали недокат довжиною рівною 450 мм, який утворює пілігримову головку.

Прокатку основної частини труби (до пілігримової головки) здійснювали з числом обертів валків рівним 60 об/хв. Величина подачі металу у валки при прокатці основної частини труби складає 20 мм.

Ділянку кінця труби, яка примикає до пілігримової головки довжиною півтора зовнішнього діаметра труби, що складає $1,5 \cdot 355 = 532,5$ мм, прокатують з потовщеною стінкою порівняно з середньою частиною труби зі збільшеною товщиною стінки на 15 % за рахунок збільшення розхилу валків. Тоді стінка потовщеної ділянки складає $S_{n1} = 25 + 25 \cdot 15 \% = 25 + 3,75 = 28,75$ мм, а діаметр калібру $d_{kl} = d_d + 2 \cdot S_{n1} = 310,5 + 2 \cdot 28,75 = 368$ мм.

Потім здійснюють попереднє вивільнення дорна з труби на відстань 0,6 м за допомогою шибера пристрою і зусилля зі сторони подавального апарата, що забезпечує розкатку пілігримової головки валками без підпору зі сторони дорнового кільця внаслідок його відведення до дорнового замка та утримання його в цьому положенні. Згідно із запропонованим способом, величина L попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби складає 0,6 м, що обумовлено створенням сил зчеплення між дорном та гільзою- трубою перед безпосередньою розкаткою пілігримової головки. В цьому випадку величина зміщення розкату при взаємодії з пілігримовими валками І в перших циклах розкатки пілігримової головки складає $l = 70$ мм. При

інших значеннях, які входять в формулу визначення величини $L:l_k=300$ мм, $l_{ш}=60$ мм, $l_2=150$ мм та $l_3=20$ мм величина L попереднього вивільнення дорна з гільзи-труби складає $L=300+60+70+150+20=600$ мм=0,6 м.

В результаті цього порушується зчеплення між гільзою-трубою і дорном, що призводить до сповзання гільзи-труби з, дорна, і порушення стабільності процесу розклатки пілігримової головки. Для відновлення зчеплення гільзи-труби з дорном розклатують потовщену ділянку труби за рахунок зведення валків до розміру калібру $d_k=360,5$ мм та вирівнюють товщину стінки по довжині труби до $S_n=25$ мм.

Розклатку пілігримової головки на вільній ділянці дорна здійснюють в перших 2-3 циклах з числом обертів валків на 30 % меншим, аніж при прокатці основної частини труби, тобто $60 \cdot (0,3)=42$ об/хв до отримання середньої товщини стінки на торці 25,0 мм. Після розклатки пілігримової головки здійснюють зняття труби з дорна за допомогою шибєрного пристрою та зусилля подавального апарата. Отримана товщина стінки (середня) на торці 25,0 мм забезпечує зняття труби з дорна без порушення її форми при відношенні D/S , рівному 14.

Збільшення зчеплення заднього кінця гільзи з дорном після його попереднього вивільнення за рахунок розклатки потовщеної ділянки гільзи-труби підвищує стабільність процесу розклатки за рахунок зменшення зміщення розклату по дорну в напрямку дорнового кільця, що, в свою чергу, оптимізує довжину попереднього вивільнення дорна з розклату і знижує допоміжний час прокатки.

Після прокатки на пілігримовому стані чорнової труби довжиною 12,5 м з зовнішнім діаметром (середнім) - $\varnothing 361$ мм та товщиною стінки (середньою) -25 мм, здійснювали відокремлення кінцевих ділянок довжиною 80 мм і підігрів в печі з крокуючими балками до температури 900 °С з подальшим калібруванням труби по зовнішньому діаметру до отримання зовнішнього діаметра в межах від $\varnothing 358,5$ до $\varnothing 360,8$ мм та товщини стінки 22,6-27,6 мм.

Запропонований спосіб гарячої пілігримової прокатки труб дозволяє стабілізувати процес розклатки пілігримової головки валками на вільній ділянці дорну без підпору зі сторони дорнового кільця. Попереднє вивільнення дорну з гільзи зменшується з 1,2-1,5 до 0,6 м. Це знижує допоміжний час і підвищує продуктивність стана, а також, стабільність процесу розклатки пілігримової головки.

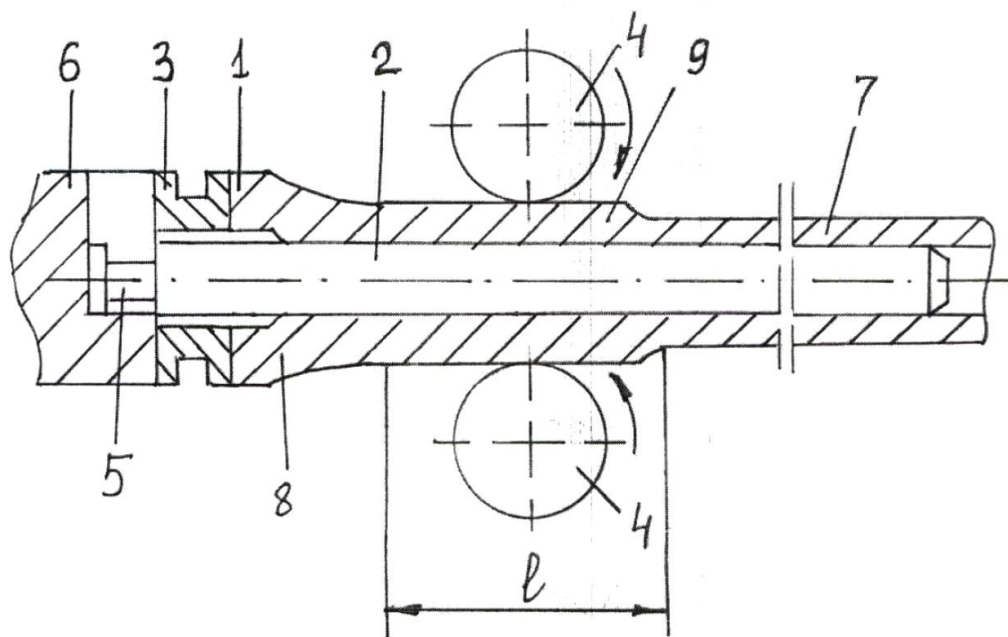
30

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

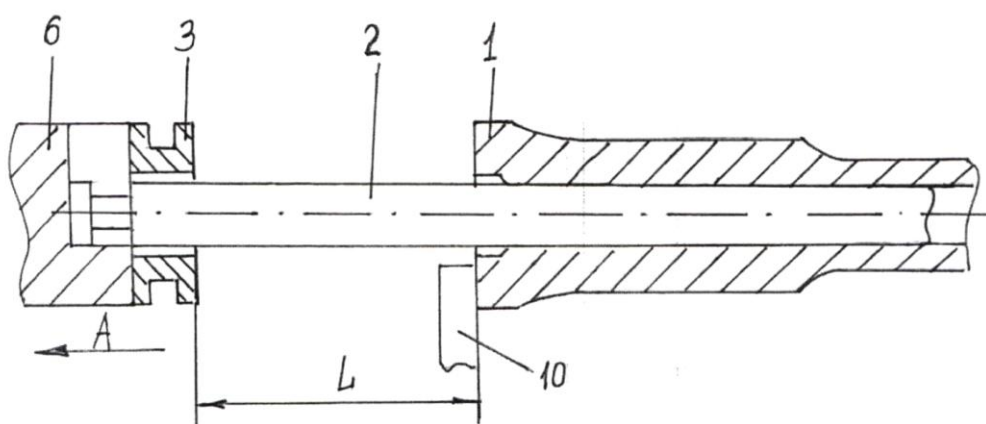
1. Спосіб гарячої пілігримової прокатки труб, що включає прокатку гільзи на дорні валками в трубу з недокатом заднього кінця гільзи, який утворює пілігримову головку, попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби, розклатку пілігримової головки на вільній ділянці дорна і подальше остаточне вивільнення дорна з труби, який **відрізняється** тим, що ділянку труби, довжиною від одного до трьох її зовнішніх діаметрів, яка примикає до пілігримової головки, проклатують зі збільшеною товщиною стінки на 10-15 % порівняно з товщиною стінки основної частини труби шляхом збільшення розхилу валків та з величиною подачі металу на 15-20 % вище подачі при прокатці основної частини труби, потім здійснюють попереднє вивільнення дорна з гільзи-труби та повторну розклатку потовщеної ділянки труби шляхом зменшення розхилу валків до вирівнювання товщини стінки з подальшою розклаткою пілігримової головки та остаточне вивільнення дорна з труби.

2. Спосіб гарячої пілігримової прокатки труб за п. 1, який **відрізняється** тим, що розклатку пілігримової головки в перших 2-3 циклах здійснюють з числом обертів валків, меншим на 30-50 %, порівняно з прокаткою основної частини труби.

45



Фиг. 1



Фиг. 2

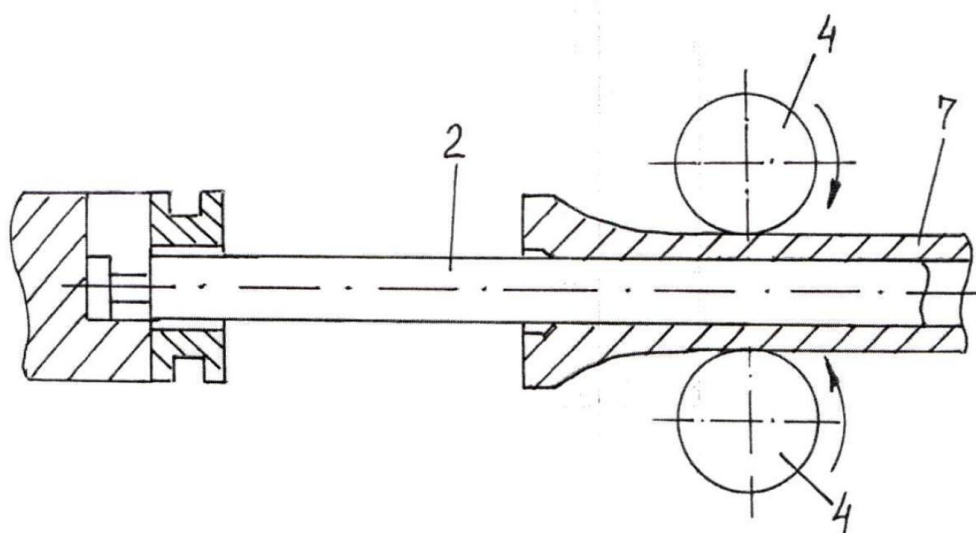


Fig. 3

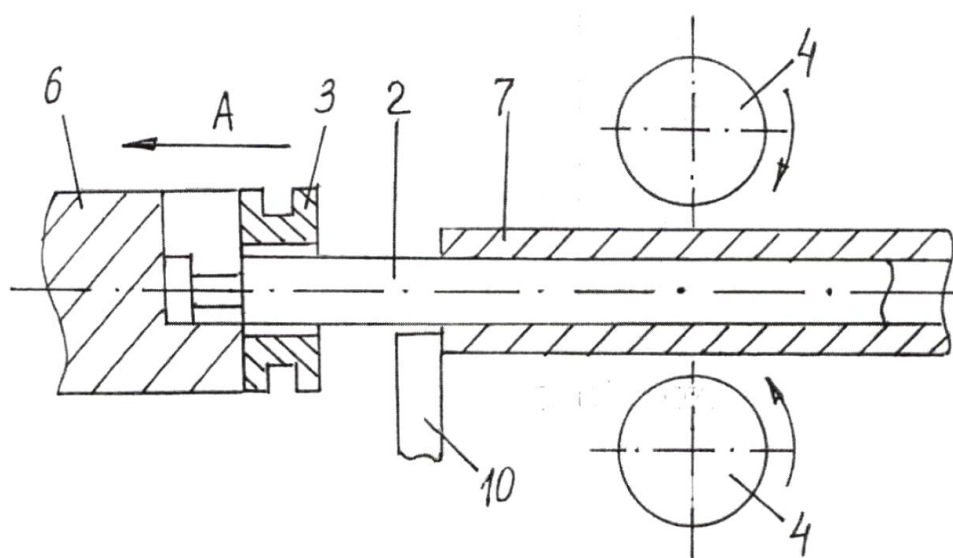


Fig. 4