



УКРАЇНА

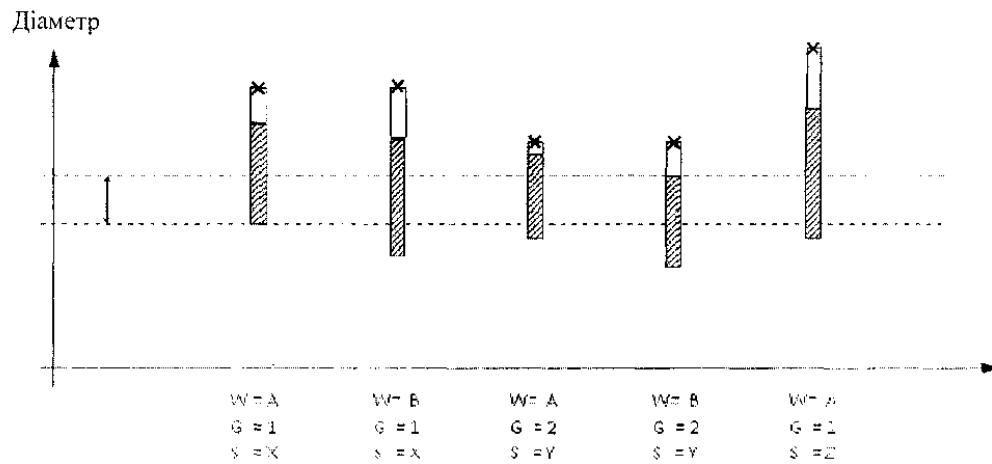
(19) **UA** (11) **118966** (13) **C2**
(51) МПК**B21C 37/06** (2006.01)**C21D 8/10** (2006.01)**C21D 9/08** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки:	а 2015 12518	(72) Винахідник(и):	Делхаез Крістоф (DE),
(22) Дата подання заявки:	11.08.2014		Хансен Хеіко (DE),
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.04.2019		Кюммерлінг Рольф (DE)
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10 2013 108 803.1	(73) Власник(и):	ВАЛЛОУРЕЦ ДОЙТЧЛАНД ГМБХ,
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	14.08.2013		Theodorstr. 109, 40472 Düsseldorf, Germany (DE)
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE	(74) Представник:	Трістан Дмитро Володимирович, реєстр. №399
(41) Публікація відомостей про заявку:	12.09.2016, Бюл.№ 17	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	CN 101993991 A, 30.03.2011 US 2009038358 A1, 12.02.2009 DE 2649019 A1, 15.12.1977
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.04.2019, Бюл.№ 7		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/ЕР2014/067170, 11.08.2014		

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕЗШОВНОЇ ГАРЯЧЕКАТАНОЇ ТРУБИ З ПОЛІПШЕНОЇ СТАЛІ**(57) Реферат:**

Винахід стосується способу виготовлення безшовної гарячекатаної труби з поліпшеної сталі, в якому нагрітий до температури деформації порожнистий блок після прокатки на прокатному стані перетворюється на трубу з чистовим діаметром та після того поліпшується, а під час процесу поліпшення з відповідними параметрами збільшується діаметр труби. Щоб вказати спосіб виготовлення гарячим способом безшовної труби з поліпшеної сталі, який надає змогу економічного виготовлення таких труб з дотриманням вимог до геометрії готової поліпшеної труби, пропонується, щоби на підставі знання зростання діаметра труби при поліпшенні чистовий діаметр труби, що зазнає поліпшення після прокатки, налаштовувався на трубопрокатному стані.

UA 118966 C2



Пояснення:

W = товщина стінки

G = якість матеріалу

S = специфікація

X = кінцевий діаметр після поліпшення

□ = мінімальне зростання діаметру труби при поліпшенні

▨ = область впливу зростання діаметру

↕ = дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням

ФІГ. 1

Винахід стосується способу виготовлення безшовної гарячекатаної труби з поліпшеної сталі, в якому нагрітий до температури деформації порожнистий блок після вальцювання на прокатному стані перетворюється на трубу з чистовим діаметром, в результаті чого сталь поліпшується, та під час процесу поліпшення з відповідними параметрами збільшується діаметр труби.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Після винаходу братів Маннесманнів (Mannesmann), сутністю якого є виготовлення товстостінної труби з нагрітого порожнистого блоку, надавалось багато пропозицій, щоб цю трубу з порожнистого блоку витягувати в тих же умовах нагріву на подальшій стадії гарячої обробки, на якій відбувається зменшення зовнішнього діаметру до чистового діаметру, що забезпечує прокатний стан.

Ключовими словами до цього є способи обкату на безперервному стані, на протяжному стані з рейковим штовхачем, на прошивному стані та пільгерний процес (Stahlrohr-Handbuch, 10 Auflage, Vulkan-Verlag Essen 1986, III. Herstellverfahren).

Усі названі способи мають свої переваги для різних діапазонів розмірів та матеріалів і в дечому навіть перетинаються. Для діапазону середніх розмірів від 5" до 18" застосовують способи обкату на безперервному стані та прошивному стані, для діапазону розмірів до 26" використовують пільгерний процес. При товстих стінках в діапазоні > 30 мм спосіб обкату на безперервному стані та спосіб на прошивному стані менш придатні. В той же час, хоча в пільгерному процесі немає проблем з товщиною стінок, процес виготовлення повільніший.

Зокрема, наприклад відомо DE 3127373, для застосовування для труб для нафтогазової індустрії, в якому йде мова що після прокатки на редукційному стані до чистового діаметру труби підлягають обробці з поліпшення сталі, щоб набути таких потрібних механічних якостей, як міцність, в'язкість та розтягнення. Сам спосіб поліпшення полягає, як відомо, в нагріванні до температури аустенітизації, швидкому охолодженні та відпусканні сталі.

Окрім того відомо, що в ході цієї обробки в процесі поліпшення відбувається зростання зернистості в структурі сталі, що веде до збільшення діаметру труби. На це потрібно зважати при виготовленні труби з потрібним чистовим діаметром після поліпшення.

Більш того, труба розширюється при нагріванні, а подальше обмеження зіступу серед іншого при перетворенні структури під час процесу швидкого охолодження може також впливати на діаметр готової труби.

Для нафтопромислових труб та трубопроводів у нормах, наприклад, API (Американський інститут нафтової промисловості) в залежності від призначення та розмірів для готових труб задаються прописані величини щодо допусків для діаметру, овальності, допусків для товщини стінок, ваги погонного метра, концентричності труб тощо.

Ці дані ведуть до того, що завершальний діаметр після вальцювання для виготовлення труби, наприклад, при тому самому заданому стандарті діаметрі обирається не завжди однаковим, оскільки він є компромісом між можливостями виготовлення та виробничими специфікаціями. Крім того в залежності від матеріалу зростання діаметру труби більше або менше обумовлюється зміною зернистості та обмеженістю зіступу при поліпшенні.

Найпростішим та найпоширенішим способом вирішення цієї проблеми, зокрема для діаметрів не менше за 5 1/2" є незначне зменшення діаметру за допомогою калібрувального прокатного стану при температурі відпуску. Цей підхід відомий, наприклад, з JP 57155325 A або JP 2006307245 A. Такий калібрувальний прокатний стан має по більшості три кліті, в яких отримується потрібний чистовий діаметр після поліпшення труби.

Спосіб має чисельні негативні моменти. Разом з інвестиційними та експлуатаційними видатками на калібрувальний стан виникають підвищені витрати енергії, оскільки для прокатки на калібрувальному стані потрібна більш висока температура відпуску, щоб на калібрувальному стані могла відбутися пластична деформація при бажаному незначному зменшенні діаметру. Підвищена температура відпуску спричиняє до того ж потребу в додатковій частці легірувальних елементів в матеріалі, щоб досягти потрібних механіко-технологічних властивостей.

Як альтернатива вже на прокатному стані може вальцюватися труба з діаметром, припасованим до того, що має труба після поліпшення. Однак це призвело би до явно більшої кількості діаметрів, що вальцюються та відповідно більш широкого парку обладнання.

Задачею винаходу є створення способу виготовлення безшовної труби з поліпшеної сталі гарячим способом, який надає можливість економічного виробництва таких труб при дотриманні вимог до геометрії готової поліпшеної труби.

Ця задача вирішується завдяки способу виготовлення за ознаками п. 1 формули винаходу. Переважні покращені варіанти є предметом залежних пунктів формули.

СУТНІСТЬ ВИНАХОДУ

Сутність винаходу полягає у створенні способу виготовлення безшовної гарячекатаної труби з поліпшеної сталі, в якому нагрітий до температури деформації порожнистий блок після вальцювання на прокатному стані перетворюється на трубу з чистовим діаметром та після того поліпшується, а під час процесу поліпшення з відповідними параметрами збільшується діаметр труби, при цьому спосіб вдосконалюється завдяки тому, що налаштовується чистовий діаметр поліпшеної труби після вальцювання на прокатному стані на підставі знання зростання діаметру труби при поліпшенні. Інноваційний підхід винаходу полягає в тому, що при встановленні чистового діаметру для прокатного стану використовується знання впливу параметрів поліпшення на зміни діаметру труби внаслідок поліпшення для різноманітних матеріалів та розмірів (діаметр, товщина стінки).

Особливою перевагою є те, що параметри поліпшення налаштовують таким чином, щоб виготовлялась труба із завершальним діаметром, який відповідає чистовому діаметру після поліпшення в заданому діапазоні допусків. Під параметрами поліпшення потрібно розуміти, зокрема, параметри, що впливають на швидкість охолодження нагрітої до температури аустенітизації труби. Згідно з даним винаходом швидке охолодження нагрітої труби здійснюється за допомогою проточного охолодження, оскільки тільки при цьому виді охолодження можна цілеспрямовано впливати на швидкість охолодження і разом з тим на зміну діаметру. Суттєвим є також вимірювання та контроль параметрів охолодження, які на неї впливають. Встановлені норми зростання, по-перше, залежать від специфічної форми конструкції блоку швидкого охолодження (наприклад, круговий розбризкувач або круговий щілястий душ), характеристик матеріалу продукції, діаметру/товщини стінок, а по-друге, від параметрів процесу швидкого охолодження (з охолодженням зсередини чи без нього), швидкості труби, тиску води, об'ємного потоку тощо.

Подальше спрощення способу виготовлення досягається завдяки тому, що чистового діаметру після поліпшення досягають без допомоги калібрувального прокатного стану. Запропонований спосіб має ту перевагу, що завдяки ньому можна відмовитись від прокатки на калібрувальному стані після поліпшення труби, таким чином з одного боку суттєво скоротити видатки на виготовлення, а з другого боку уникнути інвестицій на дорогий калібрувальний прокатний стан та пов'язаних з цим видатків на підтримання його у справному стані та енергію. Окрім того, при різній якості матеріалу можна використати більш дешеві робочі заготовки та добитися нижчих температур для відпускнуї печі з відповідним скороченням витрачання енергії. Для калібрувального стану потрібна більш висока температура відпуску, тому що труба повинна пластично деформуватись, а пружне відновлення необхідно утримувати невеликим. Щоби при більших температурах відпуску мати змогу надати матеріалу потрібні якості, знову необхідно використовувати так званий «багатший» напівпродукт з більшим вмістом легірувальних складових, ніж потрібно для нього.

Також відбувається визначення завершального діаметру після поліпшення як і досі. Однак, це досягається не прокаткою на калібрувальному стані після відпуску, а завдяки комбінації чистового діаметру, отриманому на прокатному стані після вальцювання, та цілеспрямовано налаштованого зростання діаметра при поліпшенні.

Особливого спрощення способу виготовлення можна досягти завдяки тому, що на підставі знання зростання діаметру труби при поліпшенні визначається група типів труб з однаковим номінальним діаметром, але з товщиною стінки, якістю матеріалів або специфікаціями, котрі різняться одне від одного, для яких налаштовується єдиний чистовий діаметр труби, що поліпшується після вальцювання. Таким чином, без витратного переобладнання прокатного стану можуть вальцюватися різні типи труб з єдиним чистовим діаметром поліпшеної після вальцювання труби, хоча ці типи труб мають різні завершальні діаметри після поліпшення. Щонайменше завдяки відповідному формуванню груп типів труб можна мінімізувати кількість чистових діаметрів труби, поліпшеної після вальцювання, і разом з цим частість переобладнання прокатного стану.

Особливу перевагу має те, що параметри поліпшення встановлюють таким чином, що виготовляється труба зі своїм завершальним діаметром, виходячи з єдиного чистового діаметру для кожного типу труб в групі.

Щоб оптимізувати метод виготовлення, вимірюється чистовий діаметр труби після вальцювання і застосовується як вхідна величина для процесу поліпшення.

Переважний варіант втілення винаходу передбачає, що процес поліпшення включає нагрівання в печі, подальше проточне охолодження на охолоджувальній дільниці та процес відпуску, при цьому параметри поліпшення налаштовують на базі діапазону коливальних попередньо визначених зв'язків між діаметром, товщиною стінки труби, якістю матеріалу,

параметрів поліпшення та зростанням діаметру, а потім на основі виміряного чистового діаметру труби, яка прокатується в даний момент, точно калібрують з огляду на завершальний діаметр труби, якого досягають після поліпшення. Особливої переваги та надійності при виготовленні цей спосіб набуває, коли термічний цех має в розпорядженні щойно виміряний на

5 трубопрокатному стані завершальний діаметр труби, що підлягає поліпшенню, та точно калібруються дані для обраних регульованих величин на підставі залежності зростання діаметру при відповідному матеріалі труби та параметрів швидкого охолодження.

Особлива перевага передбачається в тому, що завершальний діаметр труби після поліпшення налаштовується при зміні швидкості охолодження на охолоджувальній дільниці.

10 При проточному охолодженні, як правило, нагріта до температури аустенізації труба, що безперервно транспортується рольгангом, швидко охолоджується за допомогою стаціонарної подачі води під тиском доти, поки не буде досягнута кінцева температура. Зокрема, вирішальними величинами, що впливають на швидкість охолодження, разом з розмірами труби можна назвати температуру охолоджувальної рідини, інтенсивність водяного охолодження у

15 вигляді кількості за одиницю часу та швидкість транспортування труби рольгангом.

Слід зазначити, що доцільним для параметрів процесу швидкого охолодження буде, якщо при охолодженні зовні на охолоджувану трубу встановлюється кількість охолоджувальної рідини, подача якої регулюється поміж 50 та 300 м³/год., температура охолоджувальної рідини нижча за 40 °C та швидкість транспортування труби на дільниці охолодження поміж 0,1 м/с та

20 1,0 м/с.

В разі потреби додатково до охолодження зовні може здійснюватись охолодження труби зсередини, при цьому кількість охолоджувальної рідини повинна бути 50-250 м³/год.

В той час, як охолодження зовні можна здійснювати переважно двома або більше круговими душами або круговими розбризкувачами, охолодження зсередини реалізується трубою, яку

25 можна ввести в трубу.

Як альтернатива нагрівання для загартування або аустенізації може також відбуватися в печі, яка по своїй довжині має щонайменше дві зони, перша з яких призначена для нагрівання, а друга вирівнювання температури в трубі.

Також перевага передбачається в тому, що нагрівання для загартування або аустенізації труби відбувається в першій печі, а вирівнювання температури в трубі — в другій.

До того ж досягається особливий економічний ефект, коли нагрівання для загартування або аустенізації відбувається в печі з кроківними балками з трьома зонами, при цьому перша зона призначена для підігріву, друга для нагрівання, а третя для вирівнювання температури в трубі, причому різні зони знаходяться в одній або декількох печах.

35 При поліпшенні час витримування при температурі аустенізації мусить бути мінімум 3 хвилини, причому витримування починається тільки тоді, коли найнижча температура, отримана в трубі, досягає значення «Задана температура в трубі мінус 20 °C». Таким способом створюються вихідні умови для однорідних властивостей матеріалу труби після подальшого процесу швидкого охолодження.

40 КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

На основі представлених в додатку фігур спосіб згідно винаходу пояснюється детальніше.

Показані:

На фігурі 1 показано схематичне зображення факторів, що впливають на завершальний діаметр після поліпшення,

45 На фігурі 2 показано вплив діаметру труби на зростання при охолодженні зсередини,

На фігурі 3 показано вплив діаметру труби на зростання без охолодження зсередини,

На фігурі 4 показано вплив швидкості проходження на зростання без охолодження зсередини,

На фігурі 1 показано вплив швидкості проходження на зростання при охолодженні зсередини.

50

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

На фіг. 1 схематично зображено, як застосовується спосіб згідно з винаходом, за яким визначають єдиний чистовий діаметр для прокатного стану для різних завершальних діаметрів, яких необхідно досягти після поліпшення. Під завершальним діаметром розуміється задана

55 величина. Під чистовим діаметром після вальцювання або чистовим діаметром після поліпшення слід розуміти певну реальну величину. На фіг. 1 показані значення діаметрів або діапазон діаметрів п'яти зразкових типів труб, які якісно визначаються такими факторами впливу, як товщина стінки W, якість матеріалу G та специфікація S. Під якістю матеріалу G слід розуміти в основному властивості матеріалу, а під специфікацією S — розміри та допуски.

На основі фіг. 1 пояснюється, чи можна згідно запропонованого винаходу на одному прокатному стані вальцювати труби різних типів з одним чистовим діаметром, хоча подальше поліпшення сталі веде до неоднакового зростання діаметру. При цьому для труб п'яти різних типів з рівними номінальними діаметрами у сенсі умовного проходу реєструються неоднакові чистові діаметри після поліпшення (див. позначені «х» місця на фіг. 1). Вони отримуються із специфікації S труб відповідного типу, оскільки там зафіксовані усі розміри та допуски. Відповідно труби першого та другого або третього та четвертого типів з однаковими специфікаціями X або Y мають в кожному випадку після поліпшення рівні чистові діаметри. В межах дозволених допусків специфікації їх можна обирати навіть трохи відмінними один від одного. Тепер експериментально та за результатами виробничого процесу для кожного типу труб визначається мінімальне та максимальне зростання діаметру в абсолютних величинах та подається у бік зменшення діаметру, виходячи з чистового діаметру після поліпшення. Мінімальне зростання діаметру нанесене на графіку в формі білого прямокутника з поясненням «Мінімальне зростання діаметру труби при поліпшенні» і отримується для цього типу труб при мінімальних параметрах поліпшення, наприклад, при мінімальній швидкості охолодження, щоб досягти потрібної кінцевої структури при поліпшенні. Завдяки зміні параметрів поліпшення можна збільшити вихідну область «Мінімальне зростання діаметру труби при поліпшенні» з отриманим мінімальним зростанням діаметру та відповідно досягти більшого зростання діаметру. Ця область додаткового зростання діаметру нанесена на графіку як заштрихований прямокутник з поясненням «Область впливу зростання діаметру». Порівняння областей «Мінімальне зростання діаметру труби при поліпшенні» та «Область впливу зростання діаметру» для п'яти типів труб показує, що є область перетину, яка позначена на графіку символом стрілки та поясненням «дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням». Діаметр перед поліпшенням відповідає описаному досі чистовому діаметру після вальцювання. «Дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням» обмежений зверху найменшим діаметром для п'яти областей «Мінімальне зростання діаметру труби при поліпшенні» (див. четвертий тип труб зліва, значення між областями «Мінімальне зростання діаметру труби при поліпшенні» та «Область впливу зростання діаметру»). Знизу «дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням» обмежений найбільшим діаметром з відповідних граничних значень п'яти областей «Область впливу зростання діаметру» (див. перший тип труб зліва, найнижче граничне значення з «Область впливу зростання діаметру»).

Виходячи з цього, тепер чистовий діаметр прокатного стану налаштовується на значення в межах «дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням», переважно в центрі цієї області. Всі п'ять типів труб можна тепер вальцювати разом на цьому прокатному стані, а завершальні діаметри, що наприкінці відрізняються один від одного, досягаються після поліпшення при відповідних налаштуваннях параметрів поліпшення. «Дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням» має достатній діапазон коливань, щоб врахувати навіть можливі допуски при виготовленні. Для інших груп типів з однаковим номінальним діаметром може статися, що отриманий «дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням» дуже вузький, або не утворилась відповідна область у сенсі області перетину. Тоді для цього випадку групи слід обирати інакше або формувати підгрупи типів труб, для яких потім знову отримується «дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням» з достатнім діапазоном коливань.

На фіг. 2-5 показана приблизна залежність зростання діаметру труби від параметрів поліпшення, зокрема параметрів охолодження. За допомогою підбраного параметру швидкого охолодження, зокрема швидкості труби, об'ємного потоку та наявності або відсутності охолодження зсередини для однакового чистового діаметру прокатного стану, що знаходиться в межах заданих допусків, наприклад, $\pm 0,5\%$, можна досягти бажаного завершального діаметру після поліпшення в залежності від типу труби.

Так, фіг. 2 показує, як збільшується зростання діаметру при поліпшенні в залежності від величини діаметру при постійній товщині стінок для сімейства матеріалів A труб нафтового сортаменту (OCTG).

При цьому швидкість проходження труби через ділянку охолодження на рівні 35% від максимального значення утримується постійною, і таким чином, зовнішніми умовами швидкого охолодження будуть кількість води, число кругових душів та тиск води. Додатково труби тут швидко охолоджувались також зсередини при постійній кількості води за одиницю часу.

На фіг. 3 показана подібна залежність, як і на фіг. 2, але без додаткового охолодження зсередини та для швидкості проходження, вибраної на рівні 22% від максимального значення.

На фіг. 4 та 5 зображено, як вибрана швидкість проходження впливає на зростання діаметру труби з номінальними розмірами 406,4 x 14,6 мм з групи матеріалів B. Тут також зовнішні умови охолодження утримуються постійними. В експериментах відповідно до фіг. 4 працювали без

додаткового охолодження зсередини, в а експериментах відповідно до фіг. 5 — з охолодженням зсередини.

В таблицях значень на фіг. 4 та 5 надано мінімальне та максимальне зростання в межах значень для таких параметрів поліпшення, що застосовуються на практиці, як швидкість проходження «з» охолодженням зсередини або «без» нього. Для номінальних розмірів 406,4 x 14,6 мм з фіг. 5 впливає мінімальне зростання діаметру 0,9 мм, а з фіг. 4 максимальне значення 1,46 мм.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб виготовлення безшовної гарячекатаної труби з поліпшеної сталі, за яким нагрітий до температури деформації порожнистий блок прокатують на прокатному стані, після чого він перетворюється на трубу з чистовим діаметром та після того здійснюють поліпшення з відповідними параметрами, після чого збільшується діаметр труби, який **відрізняється** тим, що чистовий діаметр труби, яку поліпшують після прокатки в прокатному стані, налаштовують на підставі знання зростання діаметра труби при поліпшенні, при цьому процес поліпшення складається з нагріву в печі, подальшого швидкого охолодження на дільниці охолодження та процесу відпуску, при цьому параметри поліпшення налаштовують на базі діапазону коливань попередньо визначених зв'язків між діаметром, товщиною стінки труби, якістю матеріалу, параметрами поліпшення та зростанням діаметра та на основі вимірюного чистового діаметра труби, яку прокатують в даний момент, при цьому параметри поліпшення точно калібрують з огляду на завершальний діаметр труби, якого досягають після поліпшення.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що параметри поліпшення налаштовують таким чином, що виготовляється труба з завершальним діаметром після поліпшення, який відповідає чистовому діаметру в заданому діапазоні допусків.

3. Спосіб за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що завершального діаметра після поліпшення досягають шляхом комбінації чистового діаметра, отриманого на прокатному стані після прокатки, та цілеспрямовано налаштованого зростання діаметра при поліпшенні.

4. Спосіб за будь-яким із пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що на підставі знання зростання діаметра труби при поліпшенні визначають групу типів труб з однаковим номінальним діаметром, але з товщиною стінки, якістю матеріалів або специфікаціями, котрі відрізняються одне від одного, для яких налаштовують єдиний чистовий діаметр труби, що поліпшується після прокатки.

5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що параметри поліпшення налаштовують таким чином, що виготовляється труба зі своїм завершальним діаметром, виходячи з єдиного чистового діаметра для кожного типу труб в групі.

6. Спосіб за будь-яким із пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що вимірюють чистовий діаметр труби після прокатки.

7. Спосіб за одним із пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що завершальний діаметр труби після поліпшення встановлюють завдяки зміні швидкості охолодження на дільниці охолодження.

8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що при охолодженні труби зовні зміню швидкості охолодження здійснюють за допомогою варіювання кількості, температури охолоджувальної рідини та/або швидкості транспортування труби на дільниці охолодження.

9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що на охолоджувану трубу встановлюють кількість охолоджувальної рідини, подачу якої регулюють поміж 50 та 300 м³/год., температуру охолоджувальної рідини нижчу за 40 °С та швидкість транспортування труби на дільниці охолодження поміж 0,1 м/с та 1,0 м/с.

10. Спосіб за п. 8 або п. 9, який **відрізняється** тим, що додатково до охолодження зовні здійснюють охолодження труби зсередини, при цьому кількість охолоджувальної рідини становить 50-250 м³/год.

11. Спосіб за будь-яким із пп. 8-10, який **відрізняється** тим, що для охолодження зовні використовують два або більше кругових душів або кругових розбризкувачів.

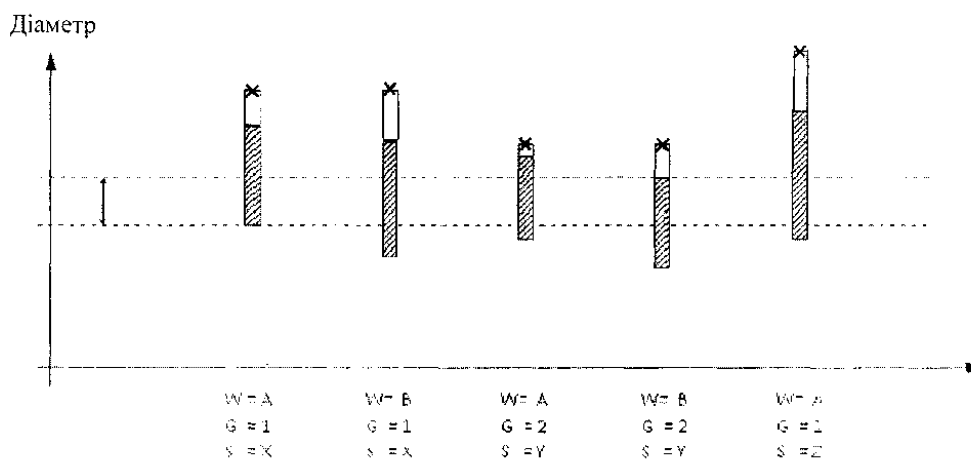
12. Спосіб за будь-яким із пп. 1-11, який **відрізняється** тим, що нагрівання для загартування або аустенізації виконують в печі, яка по своїй довжині має щонайменше дві зони, перша з яких призначена для нагрівання, а друга для вирівнювання температури в трубі.

13. Спосіб за будь-яким із пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що нагрівання для загартування або аустенізації труби проводять в першій печі, а вирівнювання температури в трубі - в другій.

14. Спосіб за п. 12 або п. 13, який **відрізняється** тим, що нагрівання для загартування або аустенізації проводять в трьох зонах, при цьому перша зона призначена для підігріву, друга

для нагрівання, а третя для вирівнювання температури в трубі, причому різні зони знаходяться в одній або декількох печах.

15. Спосіб за будь-яким із пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що при поліпшенні час витримування при температурі аустенізації становить мінімум 3 хвилини, причому витримування починається тільки тоді, коли найнижча температура, отримана в трубі, досягає значення "Задана температура в трубі мінус 20 °C".



Пояснення:

W = товщина стінки

G = якість матеріалу

S = специфікація

X = кінцевий діаметр після поліпшення



= мінімальне зростання діаметру труби при поліпшенні

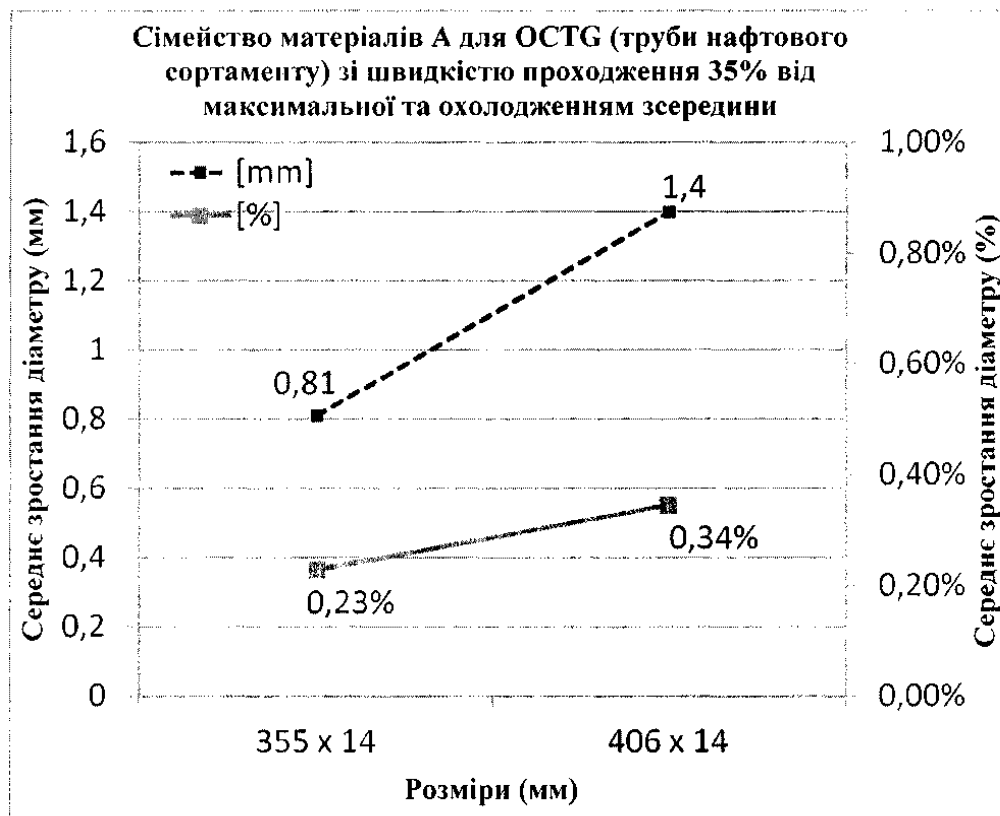


= область впливу зростання діаметру



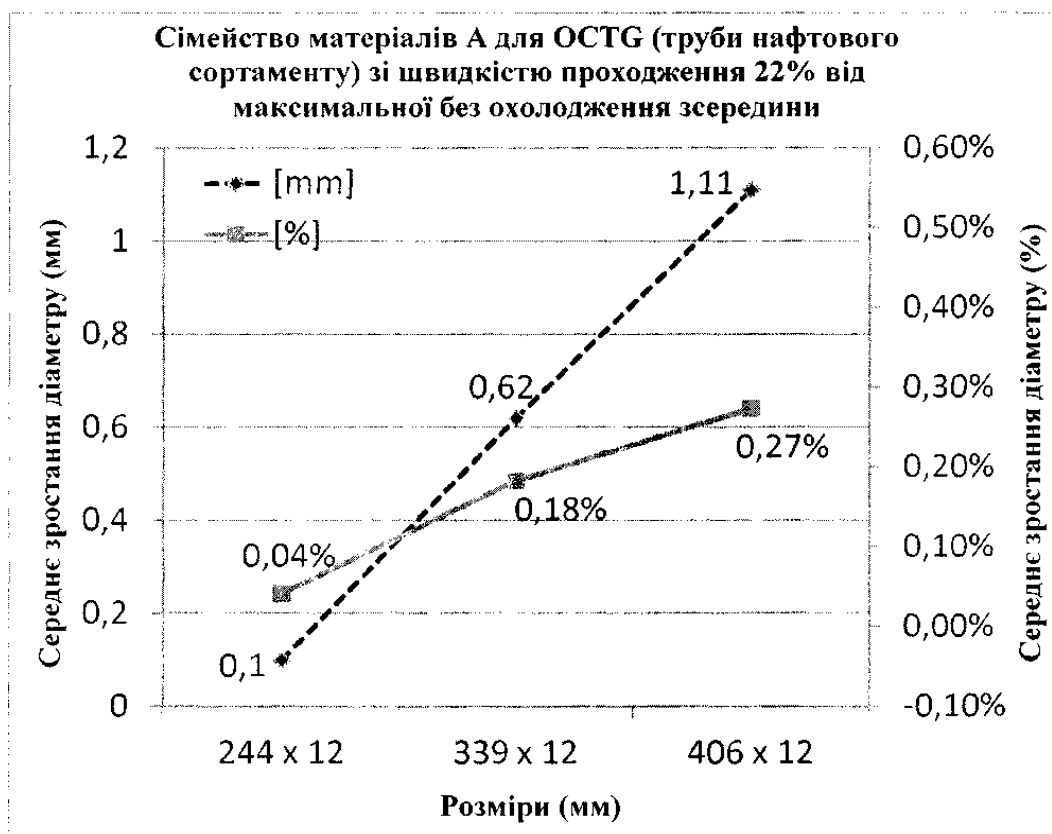
= дозволений діапазон для діаметру перед поліпшенням

ФІГ. 1



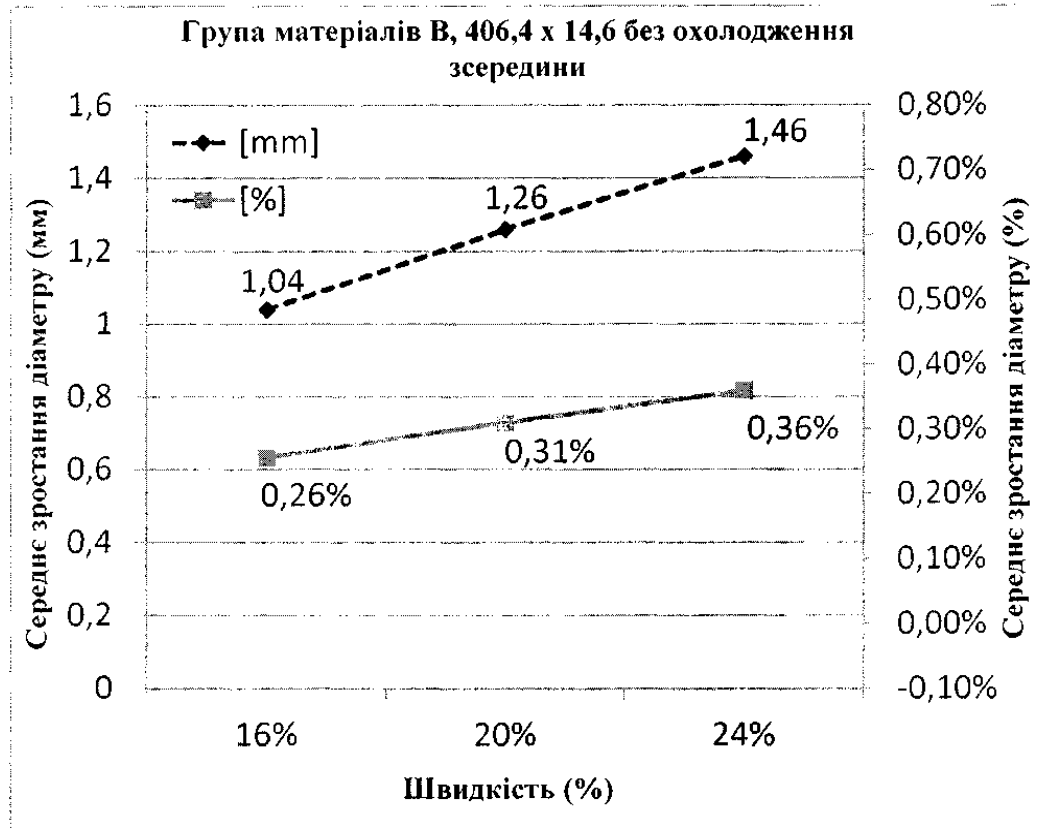
Розмір (мм)	Номинальний діаметр (мм)	Стінка (мм)	Швидкість проходження	Середнє зростання діаметру (мм)	Середнє зростання діаметру (мм)
355x14	355	14	35%	0,81	0.23
406x14	405	14	35%	1,40	0.34

ФІГ. 2



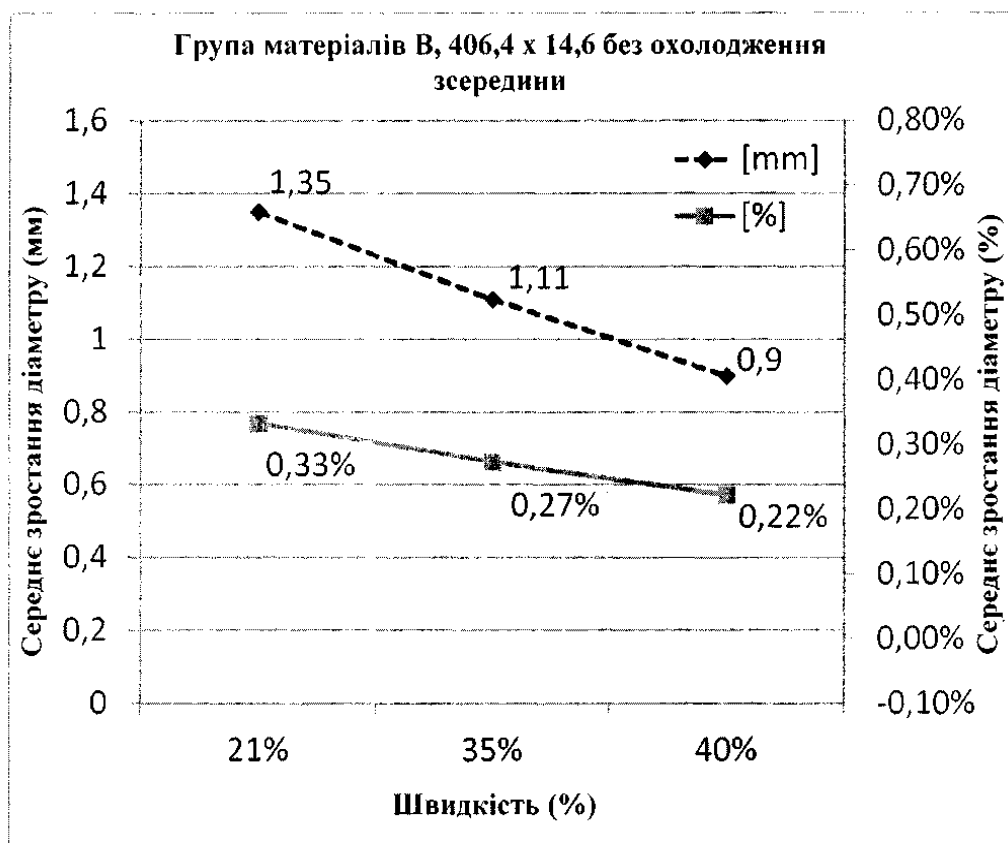
Розмір (мм)	Номинальний діаметр (мм)	Стінка (мм)	Швидкість проходження	Середнє зростання діаметру (мм)	Середнє зростання діаметру (мм)
244x12	244	12	22%	0,10	0,04
339x12	339	12	22%	0,62	0,18
406x12	406	12	22%	1,11	0,27

ФІГ. 3



Сорт	Номинальний діаметр (мм)	Стінка (мм)	Швидкість проходження	Середнє зростання діаметру (мм)	Середнє зростання діаметру (мм)
P110EC	406,4	14,6	16%	1,04	0,26
P110EC	406,4	14,6	20%	1,26	0,31
P110EC	406,4	14,6	24%	1,46	0,36

ФІГ. 4



Сорт	Номинальний діаметр (мм)	Стінка (мм)	Швидкість проходження	Середнє зростання діаметру (мм)	Середнє зростання діаметру (мм)
P110EC	406,4	14,6	21%	1,35	0,33
P110EC	406,4	14,6	35%	1,11	0,27
P110EC	406,4	14,6	40%	0,90	0,22

ФІГ. 5

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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