



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122668** (13) **C2**  
(51) МПК (2021.01)  
**C22C 38/44** (2006.01)  
**C22C 38/58** (2006.01)  
**C22C 38/00**

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

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2016 09481	(72) Винахідник(и):	Форбз Джоунс, Робін М. (US), Еванс К., Кевін (US), Ліппард, Генрі І. (US), Міллз, Едріан Р. (GB), Райлі, Джон К. (GB), Данн, Джон Дж. (US)
(22) Дата подання заявки:	28.11.2012	(73) Володілець (володільці):	ЕЙТІАЙ ПРОПЕРТІЗ, ЕлЕлСі, 1600 N. E. Old Salem Road, Albany, OR 97321, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	29.12.2020	(74) Представник:	Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	13/331,135	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	EP 1645649 A1, 12.04.2006 EP 1471158 A1, 27.10.2004 US 2010136361 A1, 03.06.2010 JP H1129840 A, 02.02.1999 RU 108037 U1, 10.09.2011 EP 2246454 A1, 03.11.2010 GB 668889 A, 26.03.1952 US 5310522 A, 10.05.1994
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	20.12.2011		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	27.02.2017, Бюл.№ 4		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	28.12.2020, Бюл.№ 24		
(62) Номер та дата подання попередньої заявки, з якої виділено заявку, позначену кодом (21):	а201408123, 28.11.2012		

## (54) ВИСОКОМІЦНІ, КОРОЗІЙНОСТІЙКІ АУСТЕНІТНІ СПЛАВИ

### (57) Реферат:

Винахід належить до галузі чорна металургія. Аустенітний сплав містить, мас. %: до 0,05 вуглецю; від 2,0 до 8,0 марганцю; від 0,1 до 1,0 кремнію; від 18,0 до 26,0 хрому; від 19,0 до 37,0 нікелю; від 3,0 до 7,0 молібдену; від 0,5 до 2,0 міді; від 0,1 до 0,55 азоту; від 0,2 до 3,0 вольфраму; від 1,0 до 3,5 кобальту; до 0,6 титану; сумарний масовий вміст ніобію і танталу не більше 0,3; до 0,2 ванадію, до 0,1 алюмінію, до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; сумарний масовий вміст церію і лантану не більше 0,1; до 0,5 рутенію; до 0,6 цирконію; решта – залізо, слідові елементи і випадкові домішки. Аустенітний сплав має поліпшену корозійну стійкість і механічні характеристики.

UA 122668 C2



Цей винахід належить до високоміцних, стійких до корозії сплавів. Сплави, відповідно до цього винаходу, можуть знайти застосування, наприклад, але без обмеження, у хімічній промисловості, у гірничодобувній промисловості, а також нафтовій і газовій індустріях.

Деталі з металевих сплавів, використовувані на хімічних переробних підприємствах, можуть бути в контакт з надзвичайно корозійними і/або ерозійними сполуками за руйнівних умов. Ці умови є причиною виникнення високих навантажень у деталях з металевих сплавів, а також, активно сприяють ерозії і корозії. У разі потреби заміни пошкоджених, зношених або кородованих металевих деталей, може знадобитися повна зупинка на певний час функціонування підприємства хімічного виробництва. Збільшення терміну служби деталей з металевих сплавів у виробках, використовуваних для обробки і транспортування хімічних речовин, може бути досягнуто шляхом поліпшення механічних властивостей і/або корозійної стійкості сплавів, що може знизити витрати, пов'язані з хімічним виробництвом.

Аналогічно, при проведенні нафтових і газових бурильних робіт, компоненти бурильної колони можуть ставати непридатними через механічні, хімічні і/або виробничі умови. Компоненти бурильної колони можуть бути об'єктами ушкоджень, стирання, тертя, нагрівання, зносу, ерозії, корозії, і/або відкладень. Традиційні матеріали, використовувані для компонентів бурильної колони, можуть залежати від одного або декількох обмежень. Наприклад, традиційні матеріали можуть відчувати нестачу певних механічних властивостей (наприклад, пружності, ковкості і/або втомної міцності), корозійної стійкості (наприклад, стійкості до роз'їдання і корозійного розтріскування під напругою), а також немагнітних характеристик. Крім того, використання традиційних матеріалів може бути обмежене розміром і формою компонентів бурильної колони. Ці обмеження можуть скоротити термін служби компонентів, при цьому ускладнюючи і збільшуючи вартість нафтового і газового буріння.

Таким чином, забезпечення новими сплавами, що мають поліпшену корозійну стійкість і/або механічні характеристики, є потенційно вигідним.

Відповідно до аспекту цього винаходу необмежуючі варіанти реалізації аустенітного сплаву містять, у масових процентах в перерахунку на загальну масу сплаву: до 0,2 вуглецю; до 20 марганцю; від 0,1 до 1,0 кремнію; від 14,0 до 28,0 хрому; від 15,0 до 38,0 нікелю, від 2,0 до 9,0 молібдену; від 0,1 до 3,0 міді; від 0,08 до 0,9 азоту; від 0,1 до 5,0 вольфраму; від 0,5 до 5,0 кобальту; до 1,0 титану; до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; залізо і випадкові домішки.

Відповідно до додаткового аспекту цього винаходу, необмежуючі варіанти реалізації аустенітного сплаву відповідно до цього винаходу містять, у масових процентах в перерахунку на загальну масу сплаву: до 0,05 вуглецю; від 2,0 до 8,0 марганцю; від 0,1 до 0,5 кремнію; від 19,0 до 25,0 хрому; від 20,0 до 35,0 нікелю; від 3,0 до 6,5 молібдену; від 0,5 до 2,0 міді; від 0,2 до 0,5 азоту; від 0,3 до 2,5 вольфраму; від 1,0 до 3,5 кобальту; до 0,6 титану; комбінований масовий процент колумбію і танталу не більше, ніж 0,3; до 0,2 ванадію; до 0,1 алюмінію; до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; залізо і випадкові домішки; де сталь має PREN<sub>16</sub> значення щонайменше 40, критичну температуру роз'їдання щонайменше 45 °C і значення коефіцієнта чутливості, що вимірює опір впливу осадів (CP), менше 750.

Слід розуміти, що певні описи варіантів реалізації, наведені тут, були спрощені для зображення тільки тих елементів, ознак і аспектів, які сприяють чіткому розумінню розкритих варіантів, тоді як інші елементи, функції і аспекти усунені для ясності. Фахівці середнього рівня кваліфікації у цій галузі техніки при розгляді опису розкритих варіантів реалізації, визнають, що інші елементи і/або характеристики можуть бути бажаними в конкретній реалізації або додатку із вже описаних варіантів реалізації. Проте, оскільки такі інші елементи і/або ознаки можуть бути легко встановлені і реалізовані фахівцями, що мають середній рівень кваліфікації в цій галузі техніки, після розгляду опису розкритих варіантів реалізації, і, отже, не є необхідними для повного розуміння розкритих варіантів реалізації; опис таких елементів і/або особливостей не передбачений у цьому документі. Таким чином, слід розуміти, що описи, наведені тут, є усього лише примірними і ілюстративними розкритими варіантами реалізації, і не призначені для обмеження об'єму винаходу, визначеного виключно формулою винаходу.

Крім того, будь-який числовий діапазон, наведений у цьому документі, передбачає включення усіх піддіапазонів, що входять до нього. Наприклад, діапазон "від 1 до 10" призначений для включення усіх піддіапазонів між (і тих, що їх включають) зазначеним мінімальним значенням 1 і зазначеним максимальним значенням 10, тобто таких, що мають мінімальне значення, рівне або більше 1, і максимальне значення, рівне або менше 10. Будь-яка максимальна чисельна межа, наведена в цьому документі, призначена для включення усіх нижчих чисельних обмежень у рамках цієї категорії, і будь-яка мінімальна чисельна межа, наведена в цьому документі, призначена для включення усього вищого чисельного обмеження

у рамках цієї категорії. Відповідно, заявники залишають за собою право вносити зміни до цього опису; включаючи формулу винаходу, щоб безпосередньо розглядати будь-який піддіапазон, що увійшов до діапазонів, спеціально вказаних тут. Усі такі діапазони призначені бути за своєю природою опису такими, щоб внесення поправок до спеціально зазначених будь-яких таких піддіапазонів відповідало б вимогам 35 U.S.C. § 112, перший абзац, і 35 U.S.C. § 132(a).

Граматичні об'єкти "один", "а", "an" і "the", використовувані в цьому документі, призначені для розуміння як "щонайменше один" або "один або більше", якщо не вказано інакше. Таким чином, об'єкти використовуються тут для позначення одного або більше ніж одного (тобто щонайменше одного) граматичного елемента об'єкта. Як приклад, "компонент" означає один або більше за компонентів, і, таким чином, можливо, більше, ніж один компонент передбачаються до використання і можуть бути використані в описаних варіантах реалізації.

Усі відсотки і співвідношення розраховуються на основі загальної маси складу сплаву, якщо не зазначено іншого.

Усі публікації патенту або іншого розкриваючого матеріалу, які, як зазначено, мають бути повністю або частково включені до цього опису як посилання тільки в тому ступені, у якому включений матеріал не суперечить існуючим визначенням, інструкціям або іншим розкриттям матеріалу, викладеного в цьому описі. Таким чином, і в необхідному об'ємі, опис, як визначено тут, замінює будь-які конфліктуючі матеріали, включені до цього документу як посилання. Будь-який матеріал або його частина, згадані в цьому документі як посилання, але які суперечать існуючим визначенням, заявам або іншим розкриттям матеріалу, викладеного в цьому документі, включені тільки в тому ступені, у якому це не викликає ніякого конфлікту між включеним матеріалом і існуючим розкриттям матеріалу.

Цей винахід включає опис різних варіантів реалізації. Слід мати на увазі, що усі описані тут варіанти реалізації є примірними, ілюстративними, а не обмежуючими. Таким чином, винахід не обмежується описом різних примірних, ілюстративних і необмежуваних варіантів реалізації. Швидше, винахід визначається виключно формулою винаходу, до якої можуть бути внесені зміни до будь-яких ознак, прямо або побічно описаних у цьому документі, або таких, що прямо або побічно підтримуються цим описом винаходу.

Традиційні сплави, використовувані в хімічному виробництві, гірській промисловості і/або видобутку нафти і газу, інших застосуваннях, можуть не відповідати оптимальному рівню корозійної стійкості і/або оптимальному рівню за одним або декількома механічними властивостями. Різні варіанти реалізації сплавів, описані тут, можуть мати певні переваги у порівнянні з традиційними сплавами, у тому числі, але не обмежуючись цим, мати поліпшену корозійну стійкість і/або механічні властивості. Певні варіанти реалізації можуть демонструвати поліпшені механічні властивості, без щонайменшого зниження стійкості, наприклад, до корозії. Деякі варіанти можуть демонструвати поліпшені властивості із зварюваності, опору корозійної втоми, стирання і/або водневої крихкості у порівнянні з традиційними сплавами.

У різних варіантах реалізації, сплави, описані в цьому документі, можуть мати значну корозійну стійкість і/або переважні механічні властивості, які відповідають використанню в застосуваннях, які вимагаються. Не бажаючи бути пов'язаними будь-якою конкретною теорією, вважаємо, що сплави, описані тут, можуть демонструвати високу міцність на розтягування, завдяки покращеній реакції на гартівну напругу від деформації, у той же час зберігаючи високу корозійну стійкість. Гартівне зміцнення або холодна обробка можуть бути використані для зміцнення матеріалів, які зазвичай не реагують добре на термообробку. Фахівцям у цій галузі, проте, буде очевидно, що точний характер структури, отриманої шляхом холодної обробки, може залежати від матеріалу, деформації, швидкості деформації і/або температури деформації. Не бажаючи бути пов'язаними з будь-якою конкретною теорією, вважаємо, що деформаційне зміцнення сплаву, що має склад, описаний в цьому документі, може ефективніше створити сплав, що демонструє підвищену корозійну стійкість і/або механічні властивості, у порівнянні з деякими традиційними сплавами.

Згідно з різними необмежуваними варіантами реалізації, аустенітний сплав, згідно із цим винаходом, може складатися по суті з або містити хром, кобальт, мідь, залізо, марганець, молібден, нікель, вуглець, азот і вольфрам, і може, але не обов'язково, містити один або більше компонентів на вибір з алюмінію, кремнію, титану, бору, фосфору, сірки, ніобію (тобто, колумбію), танталу, рутенію, ванадію, цирконію, як і мікроелементи або випадкові домішки.

Крім того, відповідно до різних варіантів реалізації, аустенітний сплав, згідно з цим винаходом, може містити, складатися по суті з, або складатися з, у масових процентах, у перерахунку на загальну масу сплаву: до 0,2 вуглецю, до 20 марганцю, від 0,1 до 1,0 кремнію, від 14,0 до 28,0 хрому, від 15,0 до 38,0 нікелю, від 2,0 до 9,0 молібдену, від 0,1 до 3,0 міді, від

0,08 до 0,9 азоту, від 0,1 до 5,0 вольфраму, від 0,5 до 5,0 кобальту, до 1,0 титану, до 0,05 бору, до 0,05 фосфору, до 0,05 сірки, заліза і випадкових домішок.

Крім того, відповідно до різних необмежуючих варіантів реалізації аустенітний сплав, відповідно до цього винаходу, може містити, складатися по суті з або складатися з, у масових  
5 процентах, у перерахунку на загальну масу сплаву: до 0,05 вуглецю, від 1,0 до 9,0 марганцю, від 0,1 до 1,0 кремнію, від 18,0 до 26,0 хрому, від 19,0 до 37,0 нікелю, від 3,0 до 7,0 молібдену, від 0,4 до 2,5 міді, від 0,1 до 0,55 азоту, від 0,2 до 3,0 вольфраму від 0,8 до 3,5 кобальту, до 0,6 титану, комбінованого вагового відсотка колумбію і танталу не більше 0,3; до 0,2 ванадію; до 0,1 алюмінію; до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; заліза і випадкових домішок.

Крім того, відповідно до різних необмежуючих варіантів реалізації аустенітний сплав, відповідно до цього винаходу, може містити, складатися по суті з або складатися з, у масових  
10 процентах, у перерахунку на загальну масу сплаву: до 0,05 вуглецю; від 2,0 до 8,0 марганцю; від 0,1 до 0,5 кремнію; від 19,0 до 25,0 хрому; від 20,0 до 35,0 нікелю; від 3,0 до 6,5 молібдену; від 0,5 до 2,0 міді; від 0,2 до 0,5 азоту; від 0,3 до 2,5 вольфраму; від 1,0 до 3,5 кобальту; до 0,6 титану; комбінованого вагового відсотка колумбію і танталу не більше 0,3; до 0,2 ванадію; до 0,1  
15 алюмінію; до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; заліза і випадкових домішок.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити вуглець у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 2,0; до 0,8; до 0,2; до 0,08; до 0,05; до 0,03; від 0,005 до 2,0; від 0,01 до 2,0; від 0,01 до 1,0; від 0,01 до 0,8; від 0,01 до 0,08;  
20 від 0,01 до 0,05; і від 0,005 до 0,01.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно із цим винаходом, може містити марганець у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 20,0; до 10,0; від 1,0 до 20,0; від 1,0 до 10; від 1,0 до 9,0; від 2,0 до 8,0; від 2,0 до 7,0; від 2,0 до 6,0; від 3,5 до 6,5; і від 4,0 до 6,0.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно із цим винаходом, може містити кремній у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 1,0; від 0,1 до 1,0; від 0,5 до 1,0; і 0,1 до 0,5.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити хром у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: від 14,0 до 28,0; від 16,0 до 25,0;  
30 від 18,0 до 26; від 19,0 до 25,0; від 20,0 до 24,0; від 20,0 до 22,0; від 21,0 до 23,0; і від 17,0 до 21,0.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити нікель у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: від 15,0 до 38,0; від 19,0 до 37,0; від 20,0 до 35,0; і від 21,0 до 32,0.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити молібден у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: від 2,0 до 9,0; від 3,0 до 7,0; від 3,0 до 6,5; від 5,5 до 6,5; і від 6,0 до 6,5.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити мідь у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: від 0,1 до 3 0; від 0,4 до 2,5; від  
40 0,5 до 2,0; і від 1,0 до 1,5.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити азот у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: від 0,08 до 0,9; від 0,08 до 0,3; від 0,1 до 0,55; від 0,2 до 0,5; і від 0,2 до 0,3, у певних варіантах, азот може бути обмежений до 0,35 масових відсотків або 0,3 масових відсотків внаслідок його обмеженої розчинності у сплаві.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити вольфрам у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: від 0,1 до 5,0; від 0,1 до 1,0; від 0,2 до 3,0; від 0,2 до 0,8; і від 0,3 до 2,5.

У різних необмежуючих варіантах реалізації сплав згідно з цим винаходом, може містити кобальт у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 5,0; від 0,5 до 5,0; від 0,5 до 1,0; від 0,8 до 3,5; від 1,0 до 4,0; від 1,0 до 3,5; і від 1,0 до 3,0. У деяких варіантах реалізації кобальт несподівано поліпшив механічні властивості сплаву. Наприклад, у певних варіантах реалізації сплаву домішки кобальту можуть забезпечити до 20 % збільшення міцності, до 20 % збільшення відносного подовження і/або поліпшення корозійної стійкості. Не бажаючи бути прив'язаними до будь-якої конкретної теорії, вважаємо, що кобальт може збільшити стійкість до шкідливих осадів сігма-фази у сплаві, у порівнянні з некобальтовим варіантом підшипників, які демонструють більш високі рівні сігма-фази на межах структури після гарячої обробки.

У різних необмежуючих варіантах сплав, згідно з цим винаходом, може містити кобальт/вольфрам у масових процентних співвідношеннях: від 2:1 до 5:1, або від 2:1 до 4:1. У певних варіантах реалізації співвідношення кобальт/вольфрам у масових процентах може бути,

наприклад, близько 4:1. Використання кобальту і вольфраму може надавати покращене зміцнення твердого розчину у сплаві.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити титан у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 1,0; до 0,6; до 0,1; до 0,01; від 0,005 до 1,0; і від 0,1 до 0,6.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити цирконій у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 1,0; до 0,6; до 0,1; до 0,01; від 0,005 до 1,0; і від 0,1 до 0,6.

У різних необмежуваних варіантах сплав, згідно з цим винаходом, може містити колумбій (ніобій) і/або тантал у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 1,0; до 0,5; до 0,3; від 0,01 до 1,0; від 0,01 до 0,5; від 0,01 до 0,1; і від 0,1 до 0,5. У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити об'єднаний масовий процент колумбію і танталу у будь-якому з наступних діапазонів: до 1,0; до 0,5; до 0,3; від 0,01 до 1,0; від 0,01 до 0,5; від 0,01 до 0,1; і від 0,1 до 0,5.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити ванадій у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 1,0; до 0,5; до 0,2; від 0,01 до 1,0; від 0,01 до 0,5; від 0,05 до 0,2; і від 0,1 до 0,5.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити алюміній у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 1,0; до 0,5; до 0,1; до 0,01; від 0,01 до 1,0; від 0,1 до 0,5; і від 0,05 до 0,1.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити бор у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 0,05; до 0,01; до 0,008; до 0,001; до 0,0005.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити фосфор у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 0,05; до 0,025; до 0,01; і до 0,005.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити сірку у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 0,05; до 0,025; до 0,01; і до 0,005.

У різних необмежуваних варіантах реалізації баланс сплаву, згідно з цим винаходом, може містити залізо і випадкові домішки. У різних варіантах реалізації сплав може містити залізо у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 60; до 50; від 20 до 60; від 20 до 50; від 20 до 45; від 35 до 45; від 30 до 50; від 40 до 60; від 40 до 50; від 40 до 45; і від 50 до 60.

У деяких необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може включати один або більше мікроелементів. Використовуване тут поняття "мікроелементи" стосується елементів, які можуть бути присутніми у сплаві в результаті певного складу початкових матеріалів і/або задіяного способу плавки, і які є присутніми в концентраціях, які не чинять істотного негативного впливу на важливі властивості сплаву, такі, як властивості, описані в цьому документі. Мікроелементи можуть включати, наприклад, один або більше зі списку: титан, цирконій, колумбій (ніобій), тантал, ванадій, алюміній і бор у будь-якій з концентрацій, описаних тут. У деяких необмежуваних варіантах реалізації мікроелементи не повинні бути присутніми у сплавах відповідно до цього винаходу. Як відомо в цій галузі техніки, у виробництві сплавів, мікроелементи, як правило, можуть бути значною мірою або повністю усунені шляхом підбору певних початкових матеріалів і/або використання певних способів обробки. У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити загальну концентрацію мікроелементів у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 5,0; до 1,0; до 0,5; до 0,1; від 0,1 до 5,0; від 0,1 до 1,0; і від 0,1 до 0,5.

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити загальну концентрацію випадкових домішок у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 5,0; до 1,0; до 0,5; до 0,1; від 0,1 до 5,0; від 0,1 до 1,0; і від 0,1 до 0,5. Як правило, використовуваний у цьому документі термін "випадкові домішки", належить до одного або більше зі списку: вісмут, кальцій, церій, лантан, свинець, кисень, фосфор, рутеній, срібло, селен, сірка, телур, олово і цирконій, які можуть бути присутніми в сплаві в незначних концентраціях. У різних необмежуваних варіантах реалізації окремі випадкові домішки у сплаві, згідно з цим винаходом, не перевищують наступних максимальних масових відсотків: 0,0005 вісмуту; 0,1 кальцію; 0,1 церію; 0,1 лантану; 0,001 свинцю; 0,01 олова; 0,01 кисню; 0,5 рутенію; 0,0005 срібла; 0,0005 селену; і 0,0005 телуру. У різних необмежуваних варіантах реалізації комбінований масовий процент будь-яких поєднань церію і/або лантану і кальцію, присутніх у сплаві, може доходити до 0,1. У різних необмежуваних варіантах реалізації комбінований масовий процент будь-яких поєднань церію і/або лантану, присутніх у сплаві, може доходити до

0,1. Інші елементи, які можуть бути присутніми як випадкові домішки у сплавах, описаних тут, будуть очевидні фахівцям, які мають середній рівень кваліфікації у цій області. У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може містити загальну концентрацію мікроелементів і випадкових домішок, що знаходиться у будь-якому з наступних масових процентних діапазонів: до 10,0; до 5,0; до 1,0; до 0,5; до 0,1; від 0,1 до 10,0; від 0,1 до 5,0; від 0,1 до 1,0; і від 0,1 до 0,5.

У різних необмежуваних варіантах реалізації аустенітний сплав, згідно з цим винаходом, може бути немагнітним. Ця характеристика може полегшити використання сплаву там, де немагнітні властивості важливі, у тому числі, наприклад, використати в деяких додатках компонентів нафтової і газової бурильної колони. Деякі реалізації аустенітного сплаву, що не обмежують варіанти, описані тут, можуть характеризуватися значенням магнітної проникності ( $\mu$ Г) у межах певного діапазону. У різних варіантах реалізації значення магнітної проникності сплаву, згідно з цим винаходом, може бути менше ніж 1,01, менше ніж 1,005, і/або менше ніж 1,001. У різних варіантах реалізації сплав може бути по суті вільний від фериту.

У різних необмежуваних варіантах аустенітний сплав, згідно з цим винаходом, може бути охарактеризований за допомогою числового еквівалента стійкості до точкової корозії PREN у межах певного діапазону. Як це зрозуміло, PREN приписує відносно значення очікуваного опору сплаву до точкової корозії в середовищі, що вміщує хлор. Як правило, сплави, що мають вище значення PREN, імовірно мають кращу корозійну стійкість, ніж сплави, що мають нижче значення PREN. Один конкретний розрахунок PREN надає значення  $PREN_{16}$  за наступною формулою, де відсотки є ваговими відсотками в перерахунку на масу сплаву:

$$PREN_{16} = \%Cr + 3,3(\%Mo) + 16(\%N) + 1,65(\%W)$$

У різних необмежуваних варіантах реалізації сплав, згідно з цим винаходом, може мати значення  $PREN_{16}$  у будь-якому з наступних діапазонів: до 60; до 58; більше 30; більше 40; більше 45; більше 48; від 30 до 60; від 30 до 58; від 30 до 50; від 40 до 60; від 40 до 58; від 40 до 50; і від 48 до 51. Не бажаючи бути пов'язаними з будь-якою конкретною теорією, вважаємо, що більш високе значення  $PREN_{16}$  може вказувати на велику вірогідність того, що сплав демонструватиме достатню стійкість до корозії в таких середовищах, як, наприклад, високотемпературні середовища, високотемпературні середовища і низькотемпературні середовища. В агресивно корозійних середовищах може знаходитися, наприклад, хімічне технологічне устаткування, і яким піддається свердловинне устаткування, бурильні колони в нафтовій і газовій промисловості. До агресивно корозійних середовищ, що впливають на сплав, належать, наприклад, лужні з'єднання, кислотні розчини хлориду, кислотні розчини сульфиду, пероксиди і/або  $CO_2$ , разом з екстремальними температурами.

У різних необмежуваних варіантах реалізації, аустенітний сплав, згідно з цим винаходом, може бути охарактеризований коефіцієнтом чутливості до уникнення осадів (CP) в межах певного діапазону. Значення CP, описане, наприклад, у патенті США № 5494636, під назвою "Austenitic Stainless Steel Having High Properties". Значення CP є відносним показником кінетики осадження інтерметалевих фаз у сплаві. Значення CP може бути розраховане за наступною формулою, де відсотки є ваговими відсотками в перерахунку на масу сплаву:

$$CP = 20(\%Cr) + 0,3(\%Ni) + 30(\%Mo) + 5(\%W) + 10(\%Mn) + 50(\%C) - 200(\%N)$$

Не бажаючи бути прив'язаними до будь-якої конкретної теорії, вважаємо, що сплави, які мають значення CP менше 710, демонструватимуть вигідну достатню стійкість аустеніту, що допомагає мінімізувати HAZ (зону термічного впливу) сенсibiliзації від інтерметалевих фаз у процесі зварювання. У різних необмежуваних варіантах реалізації, описаних у цьому документі, сплав може мати CP у будь-якому з наступних діапазонів: до 800; до 750; менше 750; до 710; менше 710; до 680; і від 660 до 750.

У різних необмежуваних варіантах реалізації аустенітний сплав, згідно з цим винаходом, може бути охарактеризований CPT (критичною температурою пітингу) і/або CCCT (критичною температурою щілинної корозії) у межах певного діапазону. У ряді випадків, значення CPT і CCCT можуть точніше вказати корозійну стійкість сплаву, ніж значення PREN сплаву. CPT і CCCT можуть бути виміряні відповідно до ASTM G48-11, під назвою "Standard Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution". У різних необмежуваних варіантах, CPT сплаву, згідно з цим винаходом, може бути щонайменше 45 °C або, прийнятніше, щонайменше 50 °C, і CCCT може бути щонайменше 25 °C або, прийнятніше, щонайменше 30 °C.

У різних необмежуваних варіантах реалізації аустенітний сплав, згідно з цим винаходом, може бути охарактеризований за допомогою значення опору хлоридному корозійному розтріскуванню під напругою (SCC) у межах певного діапазону. Значення SCC описане, наприклад, в A. J. Sedricks, "Corrosion of Stainless Steels" (J. Wiley and Sons 1979). У різних

необмежуваних варіантах реалізації, значення SCC сплаву, згідно з цим винаходом, може бути виміряно або частково застосовано відповідно до одного або більше з ASTM G30-97(2009) під назвою "Standard Practice for Making and Using U-Bend Stress-Corrosion Test Specimens"; ASTM G 36-94 (2006) під назвою "Standard Practice for Evaluating Stress-Corrosion-Cracking Resistance of Metals and Alloys in a Boiling Magnesium Chloride Solution"; ASTM G39 – 99 (2011) "Standard Practice for Preparation and Use of Bent-Beam Stress-Corrosion Test Specimens"; ASTM G49 – 85 (2011) "Standard Practice for Preparation and Use of Direct Tension Stress-Corrosion Test Specimens", а також ASTM G123 – 00 (2011) "Standard Test Method for Evaluating Stress-Corrosion Cracking of Stainless Alloys with Different Nickel Content In Boiling Acidified Sodium Chloride Solution". У різних необмежуваних варіантах реалізації значення SCC сплаву, згідно з цим винаходом, достатньо високе для того, щоб показати, що сплав може відповідним чином протистояти киплячому кислотному розчину хлориду натрію впродовж 1000 годин, не випробовуючи неприйнятної корозії розтріскування під напругою, відповідно до оцінки по ASTM G123-00 (2011).

Сплави, описані тут, можуть бути виготовлені або включені до різних промислових виробів. Такі вироби можуть містити, наприклад і без обмеження, аустенітний сплав, згідно з цим винаходом, що містить, складається в основному з або складається з, у масових процентах в перерахунку на загальну масу сплаву: до 0,2 вуглецю; до 20 марганцю, від 0,1 до 1,0 кремнію; від 14,0 до 28,0 хрому; від 15,0 до 38,0 нікелю; від 2,0 до 9,0 молібдену; від 0,1 до 3,0 міді; від 0,08 до 0,9 азоту; від 0,1 до 5,0 вольфраму; від 0,5 до 5,0 кобальту; до 1,0 титану; до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; залізо і випадкові домішки. Вироби, які можуть включати сплав, згідно з цим винаходом, можуть бути вибрані з, наприклад, деталей і компонентів для використання в хімічній промисловості, нафтохімічній промисловості, гірничодобувній промисловості, нафтовій промисловості, газовій промисловості, паперовій промисловості, харчовій промисловості, фармацевтичній промисловості, і/або службі водного господарства. Необмежуючі приклади конкретних виробів, які можуть містити сплав, згідно з цим винаходом, включають: трубу; лист; тарілку; стійку; стержень; поковку; бак; компонент трубопроводу; трубне устаткування, конденсори, і теплообмінники, призначені для використання з хімічними речовинами, газом, сировою нафтою, морською водою, технічною водою, і/або агресивними рідинами(наприклад, лужними з'єднаннями, кислотними розчинами хлоридів, кислотними розчинами сульфідів, і/або перекису); фільтри миття, чани і нажимні валики в целюлозно-відбійних виробництвах; системи трубопроводів подання води на АЕС і устаткування з газо- і димоочищення електростанцій; компоненти технологічних систем для морських нафтових і газових платформ; компоненти газових свердловин, у тому числі труби, клапани, підвіски, наземні штуцери, замкові з'єднання і пакування; компоненти двигуна турбіни, опріснювальні компоненти і насоси; нафтові колони ректифікацій і пакування, вироби для морського середовища, такі як, наприклад, корпуси трансформаторів; клапани; вали; фланці; дроселі; колектори; сепаратори; обмінники; насоси; компресори; кріплення; гнучкі вставки; сильфони; димарі; димохідні вставки; а також деякі компоненти бурової колони, такі як, наприклад, поворотні стабілізатори, що направляють бурові компоненти, бурові труби, що об'єднують, складені відвальні стабілізатори, стабілізатор опрацювання, свердловальні і вимірювальні тубуси, свердловальні і вимірювальні корпуси, корпуси бурових упорів, немагнітні бурові труби, що об'єднують, немагнітні бурові труби, складені немагнітні відвальні стабілізатори, немагнітні гнучкі хомути, і обтискові облаштування бурових труб.

Сплави, згідно з цим винаходом, можуть бути виготовлені відповідно до способів, відомих фахівцям середнього рівня кваліфікації після розгляду складу сплаву, описаного в цьому винаході. Наприклад, спосіб отримання аустенітного сплаву, згідно з цим винаходом, може, як правило, включати: надання аустенітного сплаву, що складається з будь-якої комбінації, приведених в цьому описі компонентів, і деформаційне зміцнення сплаву. У різних необмежуваних варіантах реалізації способу аустенітний сплав містить, складається по суті з або складається з, у масових процентах: до 0,2 вуглецю; до 20 марганцю; від 0,1 до 1,0 кремнію; від 14,0 до 28,0 хрому; від 15,0 до 38,0 нікелю; від 2,0 до 9,0 молібдену; від 0,1 до 3,0 міді; від 0,08 до 0,9 азоту; від 0,1 до 5,0 вольфраму; від 0,5 до 5,0 кобальту; до 1,0 титану; до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; залізо і випадкових домішок. У різних необмежуваних варіантах реалізації подібного способу, деформаційне зміцнення сплаву може бути проведене традиційним способом шляхом деформації сплаву з використанням одного або більше з наступних: плування, кування, прошивка, витискування, дробоструминної обробки, лущення і/або згинання сплаву. У різних необмежуваних варіантах деформаційного зміцнення може бути включена холодна обробка сплаву.



Етап отримання аустенітного сплаву, що складається з будь-якої комбінації наведених в цьому описі, може включати будь-який відповідний традиційний спосіб, відомий в цій галузі техніки для виробництва металевих сплавів, таких як, наприклад, практика плавлення і практика порошкової металургії. Необмежуючі приклади традиційної практики плавлення включають, без обмеження, практики, що використовують широковживані способи плавлення (наприклад, вакуумно-дугова переплавка (VAR) і електрошлакова переплавка (ESR)), маловживані технології плавлення (наприклад, плазмове плавлення з холодним черенем і електронно-променево плавлення з холодним черенем), а також поєднання двох або більше з цих способів. Як відомо з цієї галузі техніки, певні способи порошкової металургії для отримання сплаву зазвичай включають виробництво сплаву з порошкоподібного матеріалу з використанням наступних стадій: AOD, VOD, або інгредієнти для вакуумної індукційної плавки для забезпечення розплаву, що має бажаний склад, розпилення розплаву з використанням звичайних методик розпилення, щоб забезпечити сплав в порошкоподібному вигляді, і пресування і спікання всього або частини порошкоподібного матеріалу. За однією традиційною технологією розпилення, потік розплаву вступає у взаємодію з лопаттю форсунки, яка дробить потік на дрібні крапельки, що обертаються. Крапельки можуть швидко тверднути у вакуумі або атмосфері інертного газу, утворюючи дрібні тверді частки сплаву.

Якщо в приготуванні сплаву застосовується практика розплаву або порошкової металургії, інгредієнти, використовувані для отримання сплаву (які можуть містити, наприклад, чисті елементарні початкові матеріали, основні початкові сплави, напівочищені матеріали і/або відходи) можуть бути об'єднані звичайним способом у бажаних кількостях і співвідношеннях і вводяться у вибраний плавильний пристрій. Відповідний підбір початкових матеріалів, мікроелементів і/або випадкових домішок може бути доведений до прийнятних рівнів, щоб отримати бажані механічні або інші властивості в кінцевому сплаві. Вибір і спосіб додавання кожного з сирих інгредієнтів у форму з розплавом повинні ретельно контролюватися через той ефект, який ці добавки мають на властивості остаточного сплаву. Крім того, методи очищення, відомі в цій галузі техніки, можуть бути застосовані для зменшення або усунення присутності небажаних елементів і/або включень до сплаву. Коли матеріали розплавлені, вони можуть бути об'єднані, у цілому, в однорідний вид традиційними способами плавлення і обробки.

Різні варіанти реалізації аустенітного сталевих сплаву, описані в цьому документі, можуть давати поліпшену корозійну стійкість і/або механічні властивості у порівнянні зі звичайними сплавами. Деякі з варіантів реалізації сплаву можуть мати надзвичайно високу межу міцності на розтягування, межу плинності, відносно подовження і/або твердість, більшу, порівняну з або кращу, ніж у сплаві DATALLOY 2® і/або сплаві AL-6XN®. Крім того, деякі з варіантів реалізації сплаву можуть мати значення PREN, CP, CPT, CCCT, і/або SCC, порівняні або більші, ніж у сплавів DATALLOY 2® і/або AL-6XN®. Крім того, деякі з варіантів реалізації сплаву можуть мати поліпшену втомну міцність, мікроструктурну стабільність, ударну в'язкість, опір термічному крекінгу, пітинговій корозії, гальванічній корозії, SCC, матеріалообробці, і/або стійкість до стирання відносно сплаву DATALLOY 2® і/або сплаву AL-6XN®. Як відомо фахівцям, що мають середній рівень кваліфікації у цій галузі техніки, DATALLOY 2® є сплавом нержавіючої сталі Cr-Mn-N, що має наступний номінальний склад у масових процентах: 0,03 вуглецю; 0,30 кремнію; 15,1 марганцю; 15,3 хрому; 2,1 молібдену; 2,3 нікелю; 0,4 азоту; решта залізо і домішки. Крім того, як відомо фахівцям, що мають середній рівень кваліфікації у цій галузі техніки, сплав AL-6XN® (US N08367) є супераустенітною нержавіючою сталлю, що має наступний типовий склад у масових процентах: 0,02 вуглецю; 0,40 марганцю; 0,020 фосфору; 0,001 сірки; 20,5 хрому; 24,0 нікелю; 6,2 молібдену; 0,22 азоту; 0,2 міді; решта - залізо. Сплави DATALLOY 2® і AL-6XN® доступні у фірми Allegheny Technologies Incorporated, Пітсбург, Пенсильванія, США.

У деяких необмежуючих варіантах реалізації сплавів, згідно з цим винаходом, демонструє межу міцності на розтягування, щонайменше 110 KSI, межу плинності не менше 50 KSI, і/або відносно подовження не менше 15 % за кімнатної температури. У різних інших необмежуючих варіантах сплавів, згідно з цим винаходом, демонструє у відпаленому стані, межу міцності на розтягування в діапазоні від 90 до 150 KSI, межу плинності в діапазоні від 50 до 120 KSI і/або відносно подовження в діапазоні від 20 % до 65 % за кімнатної температури. У необмежуючих варіантах реалізації після деформаційного зміцнення сплав демонструє межу міцності на розрив принаймні 155 KSI, межу плинності не менше 100 KSI, і/або відносно подовження не менше 15 %. У деяких інших необмежуючих варіантах реалізації, після деформаційного зміцнення сплав демонструє межу міцності в діапазоні від 100 до 240 KSI, межу плинності в діапазоні від 110 до 220 KSI і/або відносно подовження в діапазоні від 15 % до 30 %. У інших необмежуючих варіантах реалізації, після деформаційного зміцнення сплаву, згідно з цим винаходом, сплав має межу плинності до 250 KSI і/або межу міцності на розрив до 300 KSI.

## Приклади

Різні варіанти реалізації, описані у цьому документі, можуть бути краще зрозумілі при спільному ознайомленні з одним або декількома з наступних характерних прикладів. Подальші приклади включені з ілюстративними цілями, а не для обмеження.

5 Декілька 300-фунтових відливів, виготовлених методом VIM (Індукційна вакуумна плавка), що мають склади, наведені в Таблиці 1, у якій пропуски вказують, що ніяке значення не було визначене для цього елемента. Числа в колонках "Heat" від WT-76 до WT-81 є необмежуваними варіантами сплавів згідно з цим винаходом. Числа в колонках "Heat" WT-82, 90FE - T1 і 90FE - B1 представляють варіанти сплаву DATALLOY 2®. Число в колонці "Heat" WT-83 представляє

10 варіант сплаву AL- 6XN®. З відливів були виготовлені злитки, і зразки злитків були використані для створення відповідного робочого діапазону класифікації злитків. Злитки піддали куванню за 2150 °F з відповідним підігріванням для отримання 2,75 дюйма на 1,75 дюйма прямокутних брусків з кожного відливання.

Були взяті секції приблизно 6-дюймової довжини, з прямокутних брусків, виготовлених з

15 декількох відливів, що піддалися куванню зі зменшенням від 20 % до 35 % для деформаційного зміцнення. Деформаційно зміцнені секції були протестовані на розтягування для визначення механічних властивостей, які перераховані в Таблиці 2. Тестування розтягування і магнітної проникності були проведені з використанням стандартних процедур випробувань на розтягування. Корозійна стійкість кожної секції була оцінена за процедурою

20 "Practice C" з ASTM G48-11, "Standard Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution". Корозійна стійкість також була розрахована з використанням  $PREN_{16}$  формули, наведеної вище. У Таблиці 2 представлені температури, за яких секції піддавалися куванню. Як зазначено в Таблиці 2, випробування проводилися двічі по кожному зі зразків. Таблиця 2, також показує процентне зниження товщини ("деформаційний %») секцій, досягнуте на стадії кування по кожній секції. У кожній з випробовуваних секцій спочатку оцінювали механічні властивості за кімнатної температури ("RT") до кування (0 % деформації).

Як показано в Таблиці 1, числа в колонках "Heat" від WT-76 до WT-81 мали більш високі значення  $PREN_{16}$  і CP відносно колонки "Heat" WT-82, а також поліпшення значення CP

30 відносно чисел в колонках "Heat" 90FE - T1 і 90FE-B1. Як показано в Таблиці 2, пластичність сплавів, що містять кобальт, отриманих в колонках "Heat" WT-80 і WT-81, несподівано виявилася значно кращою, ніж виміряна пластичність сплавів, вироблених за колонками "Heat" WT-76 і WT-77, яким, як правило, відповідають сплави з нестачею кобальту. Це спостереження показує, що є перевага у включенні кобальту до сплавів за цим винаходом. Як обговорювалося вище, не бажаючи бути пов'язаними з будь-якою конкретною теорією, вважаємо, що кобальт може збільшити стійкість до шкідливих сігма-фаз осадів у сплаві, покращуючи тим самим пластичність. Дані в таблиці 2 також показують, що додавання марганцю в колонці "Heat" WT-83 підвищує міцність після деформації. Усі експериментальні сплави були немагнітними (що мають магнітну проникність близько 1,001), коли для оцінки

40 використали процедуру випробувань, традиційно використовувану для виміру магнітної проникності сплаву DATALLOY 2®.

Цей опис винаходу був написаний з посиланням на різні необмежувачі і невичерпні варіанти реалізації. Проте, як це буде визнано фахівцями середнього рівня кваліфікації у цій галузі техніки, різні заміни, модифікації або комбінації будь-яких викладених у цьому документі

45 варіантів (або їх частин) можуть бути виконані в межах об'єму цього опису. Таким чином, передбачається і зрозуміло, що цей опис підтримує додаткові варіанти, не викладені в цьому документі. Такі варіанти реалізації можуть бути одержані, наприклад, шляхом об'єднання, зміни або реорганізації будь-яких з описаних етапів, компонентів, елементів, ознак, аспектів, характеристик тощо за різними необмежуваними варіантами реалізації, приведеними в цьому описі винаходу. Аналогічно, Заявники залишають за собою право вносити зміни у формулу під час проведення додавань нових функцій, як окремо було вказано в цьому описі винаходу, і такі

50 поправки відповідають вимогам 35 U.S.C. §112, перший абзац, і 35 U.S.C. §132(a).

Таблиця 1

Елемент	Heat WT-76	Heat WT-77	Heat WT-78	Heat WT-79	Heat WT-80	Heat WT-81	Heat WT-82	Heat WT-83	Heat 90FE-T1	Heat 90FE-B1
C	0,012	0,011	0,011	0,011	0,007	0,012	0 020	0,016	0,028	0,280
Mn	5,75	3,84	4,04	2,00	6,09	4,05	14,94	0,61	14,97	14,92
Si	0,33	0,31	0,03	0,32	0,23	0,30	0,15	0,32	0,16	0,16
Cr	22,78	22,37	22,83	22,99	20,32	21,98	14,96	21,38	15,03	14,98
Mo	6,38	6,46	6,36	6,30	6,64	6,45	2,17	6,63	2,10	2,10
Co	0,04	0,04	0,04	0,04	2,03	2,00	<0,01	0,05	0,02	0,02
Ti	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Al	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fe	41,27	41,33	40,87	40,70	42,32	41,44	65,28	45,30	65,22	65,32
Cu	1,20	1,19	1,17	1,17	1,16	1,19	0,02	0,20	0,1	0,1
Ni	21,63	24,07	23,92	26,09	20,72	21,20	2,43	25,34	2,28	2,28
Nb	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,03	0,03
Ta	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,01		
W	0,63	0,65	0,62	0,64	0,60	0,63	0,02	0,10	<0,01	<0,01
V	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<0,01	0,04	0,05	0,05
B	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		0,00	0,0013	0,003	<0,001
N	0,312	0,296	0,326	0,284	0,322	0,338	0,396	0,218	0,404	0,420
P	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003	0,004	0,018	0,018
Zr	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
O	0,0087									
Ca	<10 ppm	<10 ppm	<10 ppm	<10 ppm	<10 ppm					
S	0,0048	0,0048	0,0053	0,0022	0,0028	0,0060	0,0096	0,0024	0,0003	<0,0003
La										
Ru										
PREN <sub>16</sub>	50	50	50	49	48	50	28	47		
CP	726	706	698	696	685	690	462	674		

Таблиця 2

Heat No	Температура (°F)	Деформація (%)	UTS (ksi)	YS (ksi)	EI (%)	RA (%)
WT-76	RT	0	135,0	66,3	39	40
			138,6	71,8	37	40
	1200	20	183,9	158,4	16	33
			178,7	153,2	16	35
	1075	21	185,3	160,5	12	32
			185,7	160,5	14	33
		24	183,0	157,1	14	31
			188,9	164,8	15	31
WT-77	RT	0	117,4	52,2	55	61
			116,5	52,6	56	61
	1200	26	164,9	140,1	23	49
			162,3	38,3	23	52
	1075	29	162,3	137,1	23	56
			164,6	139,8	21	53
		30	165,9	141,8	20	53
			169,7	144,4	18	45
WT-80	RT	0	119,9	58,4	56	68
			119,5	57,9	56	72
	1200	26	164,8	140,2	25	61
			165,3	139,8	23	55
	1075	29	165,2	141,8	20	55
			166,1	143,9	20	53
		28	165,6	142,2	23	60
			168,1	145,2	21	53
WT-81	RT	0	116,9	53,7	62	74
			117,4	53,4	64	72
	1200	25	157,9	133,3	29	68

Heat No	Температура (°F)	Деформація (%)	UTS (ksi)	YS (ksi)	EI (%)	RA (%)
			162,2	136,9	27	65
	1075	31	68,3	144,3	24	63
			164,0	139,2	26	67
		30	168,5	145,2	25	60
			168,1	143,6	25	64
WT-82	RT	0	110,0	56,4	69	78
			109,2	54,2	68	76
	1200	24	144,5	120,5	36	69
			142,8	118,5	37	69
	1075	30	147,1	123,8	35	69
			144,8	122,4	36	71
		35	149,0	126,4	35	66
			147,9	123,2	36	70
90FE	RT	0	113,2	59,6	66	75
			112,9	60,3	67	78
	1200	26	152,3	130,1	36	71
			150,7	126,4	37	72
	1075	30	154,3	131,9	32	71
		35	154,0	131,5	34	71
			154,6	133,0	33	71
WT-83	RT	0	112,8	49,6	56	73
			112,2	48,9	59	77
	1200	27	153,0	131,1	27	69
			153,5	130,9	26	67
	1075	31	152,8	130,5	23	71
		23	150,8	127,1	23	70
			150,8	127,7	23	70

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Аустенітний сплав, що містить в масових процентах від загальної маси сплаву:
- 5 до 0,05 вуглецю; від 2,0 до 8,0 марганцю; від 0,1 до 1,0 кремнію; від 18,0 до 26,0 хрому; від 19,0 до 37,0 нікелю; від 3,0 до 7,0 молібдену; від 0,5 до 2,0 міді; від 0,1 до 0,55 азоту; від 0,2 до 3,0 вольфраму; від 1,0 до 3,5 кобальту; до 0,6 титану; сумарний масовий вміст ніобію і танталу не більше 0,3; до 0,2 ванадію, до 0,1 алюмінію, до 0,05 бору; до 0,05 фосфору; до 0,05 сірки; сумарний масовий вміст церію і лантану не більше 0,1; до 0,5 рутенію; до 0,6 цирконію; решта - залізо, слідові елементи і випадкові домішки.
- 10 2. Сплав за п. 1, що містить від 19,0 до 25,0 масових процентів хрому.
3. Сплав за п. 1, що містить від 20,0 до 35,0 масових процентів нікелю.
4. Сплав за п. 1, що містить від 3,0 до 6,5 масових процентів молібдену.
5. Сплав за п. 1, що містить від 0,3 до 2,5 масових процентів вольфраму.
- 15 6. Сплав за п. 1, що містить від 0,2 до 0,5 масових процентів азоту.
7. Сплав за п. 1, що містить в масових процентах від загальної маси сплаву: від 0,1 до 0,5 кремнію, від 19,0 до 25,0 хрому; від 20,0 до 35,0 нікелю; від 3,0 до 6,5 молібдену; від 0,2 до 0,5 азоту; від 0,3 до 2,5 вольфраму.
8. Сплав за п. 7, що містить від 2,0 до 6,0 масових процентів марганцю.
- 20 9. Сплав за п. 7, що містить від 20,0 до 22,0 масових процентів хрому.
10. Сплав за п. 7, що містить від 6,0 до 6,5 масових процентів молібдену.