

Винахід стосується алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі, що може бути використана для заміни звичайної аустенітної нержавіючої сталі типу 18-8.

Аустенітна нержавіюча сталь типу 18-8, як і сталі типів 1Cr18Ni9, 1Cr18Ni9Ti, 0Cr18Ni9 належать до звичайних аустенітних нержавіючих сталей. Вони давно і широко використовуються в промисловості завдяки своїй винятковій стійкості до корозії, а також механічним властивостям і придатності до обробки. Однак, оскільки вони містять такі дорогі компоненти як Cr та Ni, ціна таких сталей є дуже високою, що обмежує їх більш широке застосування. Крім того, оскільки і запаси Cr і Ni на Землі недостатні, існує довготермінова мета металургії – розробити аустенітну нержавіючу сталь, яка або зовсім не містить Cr і Ni, або містить їх у невеликих кількостях, з тим, щоб замінити хромо-нікелеву аустенітну сталь типу 18-8. Однак, до цього часу не повідомлялось, що сталь без вмісту Cr і Ni може бути стійкою до корозії і одночасно мати такі ж механічні властивості і придатність до обробки, як і звичайна хромо-нікелева аустенітна сталь типу 18-8.

Головною метою цього винаходу є створення алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі. Іншою метою винаходу є створення алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі, що має покращену стійкість до корозії, особливо – до сірчаної кислоти або до відновного середовища.

Ще однією іншою метою винаходу є створення алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі, що є, зокрема, стійкою щодо міжкристалітної корозії.

Додатковою метою винаходу є створення алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі, що має підвищену міцність при низьких температурах, головним чином при температурі -120°C .

Додатковою метою винаходу є створення алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі, що має підвищену стійкість до корозії в соляній кислоті, розбавленій сірчаної кислоті, основних розчинах та морській воді.

Додатковою метою винаходу є створення алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі, що має покращену стійкість до окислення, термічної втоми та високотемпературної корозії.

Додатковою метою винаходу є створення алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистої (Al-Mn-Si-N) аустенітної нержавіючої кислототривкої сталі, що має покращену стійкість до спрацювання та високої температури.

Технічне розв'язання поставленої задачі у винаході досягається так, як описано нижче (вміст скрізь далі наведено у відсотках від маси сталі, якщо не зазначено інше).

1. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь відповідно до одного з здійснень винаходу містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), решта – Fe та неминучі домішки.

2. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, стійка щодо міжкристалітної корозії, відповідно до іншого здійснення винаходу містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 1-3 Ti, решта – Fe та неминучі домішки.

3. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, стійка щодо міжкристалітної корозії, відповідно до одного із здійснень винаходу містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 1-3 Nb, решта – Fe та неминучі домішки.

4. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, стійка щодо міжкристалітної корозії, відповідно до одного із здійснень винаходу, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 1-3 Ti, 1-3 Nb, решта – Fe та неминучі домішки.

5. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що має підвищену міцність при низьких температурах, головним чином при температурі -120°C , містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 2-4 Ni, решта – Fe та неминучі домішки.

6. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що має підвищену міцність при низьких температурах, головним чином при температурі -120°C , містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 3-5 Cr, решта – Fe та неминучі домішки.

7. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що має підвищену міцність при низьких температурах, головним чином - при температурі -120°C , містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 3-5 Cr, 2-4 Ni, решта – Fe та неминучі домішки.

8. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що має підвищену стійкість до корозії в соляній кислоті, розбавленій сірчаної кислоті, основних розчинах та морській воді містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 0,5-1 V, решта – Fe та неминучі домішки.

9. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що має підвищену корозійну стійкість у сірчаної кислоті або у відновному середовищі, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 2-3 Cu, решта – Fe та неминучі домішки.

10. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно

до одного із здійснень винаходу, що може, зокрема, підвищити корозійну стійкість в сірчаній кислоті або у відновному середовищі, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 1-3 Mo, решта – Fe та немінучі домішки.

11. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що може, зокрема, підвищити корозійну стійкість в сірчаній кислоті або у відновному середовищі, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 2-3 Cu, 1-3 Mo, решта – Fe та немінучі домішки.

12. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що може додатково підвищити корозійну стійкість, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 0,5-1 Zr, решта – Fe та немінучі домішки.

13. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що може додатково підвищити корозійну стійкість, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 0,5-1 Hf, решта – Fe та немінучі домішки.

14. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що може додатково підвищити корозійну стійкість, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 0,5-1 Zr, 0,5-1 Hf, решта – Fe та немінучі домішки.

15. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, відповідно до одного із здійснень винаходу, що може підвищити корозійну стійкість, містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 0,3-1 Co, решта – Fe та немінучі домішки.

16. Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста аустенітна нержавіюча кислототривка сталь відповідно до одного із здійснень винаходу, що може підвищити стійкість до спрацьовування та до високої температури містить такі елементи: 0,06-0,12 C, 4-5 Al, 16-18 Mn, 1,2-1,5 Si, 0,15-0,3 N, 0,1-0,2 рідкоземельного металу (рідкоземельних металів), 0,2-0,8 W, решта – Fe та немінучі домішки.

Вибір цих елементів в алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотистій аустенітній нержавіючій кислототривкій сталі спирається на такі викладені нижче причини:

Деяка кількість алюмінію може надати сталі корозійну стійкість та покращити її міцність при низьких температурах та стійкість щодо окислення. Однак, з одного боку, якщо вміст Al нижчий за 4 (масових)%, корозійна стійкість сталі незначна; з іншого боку, якщо вміст Al зростає, то корозійна стійкість буде підвищуватись, в той же час сталь ладна зламатися під час кування та прокатування, і, таким чином, її здатність до гарячої обробки погіршується. Отже, найкращим є вміст Al 4-5%.

Елемент марганець має здатність розширювати аустенітну область і стабілізувати аустеніт. Однак, ця здатність є вдвічі менша від тієї ж здатності нікелю Ni. Отже, вміст Mn обмежений 16-18%.

Кремній може реагувати з утворення щільної плівки SiO₂ на поверхні сталі, що може запобігати просуванню ерозії, зумовленої дією кислоти всередину металу і особливо ефективно підвищувати корозійну стійкість сталі щодо висококонцентрованої азотної кислоти. Однак, якщо вміст Si є занадто високий, то це зробить сталь такою, що важко піддається деформації.

Азот може надавати сталі корозійну стійкість і в той же час сильно сприяти утворенню аустеніту і, таким чином, він може частково замінити Ni.

Молибден та мідь можуть додатково покращити корозійну стійкість сталі в сірчаній кислоті або у відновному середовищі. Якщо сталь містить деяку кількість Mo та Cu, корозійна стійкість буде вищою.

Ніобій та титан можуть реагувати з вуглецем, утворюючи в сталі стабільні карбіди. У випадку, коли треба різко обмежити міжкристалітну корозію, до сталі може бути додана деяка кількість Nb та/або Ti.

Цирконій та гафній можуть чинити опір міжкристалітній корозії. Якщо необхідно обмежити міжкристалітну корозію більш енергійно, то до сталі може бути додана деяка кількість Zr та/або Hf.

Ванадій V в сталі протидіє корозії в соляній кислоті, розбавленій сірчаній кислоті, основних розчинах та морській воді.

Якщо деяка кількість кобальту додана до сталі, то він може підвищити стійкість до окислення, термічної втоми та високотемпературної корозії.

Для підвищення стійкості до спрацьовування та до високої температури до сталі може бути додано деяку кількість вольфраму.

Рідкоземельний метал (метали) можуть покращувати корозійну стійкість сталі та її стійкість до окислення, поліпшувати кристалічні зерна і сталь в цілому, покращуючи тим самим її здатність до обробки.

З наведених далі прикладів можна зробити висновок, що алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста (Al-Mn-Si-N) аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, що є предметом винаходу, краща за традиційну хромонікелеву (Cr-Ni) нержавіючу сталь типу 18-8 за корозійною стійкістю, здатністю до гарячої обробки, зварювальними якостями і комбінованими механічними якостями. Оскільки дорогі та дефіцитні Cr та Ni замінено недорогими і доступними елементами, такими як Al, Mn, Si, N, ціна сталі, яка заявляється, є значно нижчою за ціну хромонікелевої нержавіючої сталі типу 18-8.

Алюмінієво-марганцево-кремнієво-азотиста (Al-Mn-Si-N) аустенітна нержавіюча кислототривка сталь, що заявляється, може бути виплавлена у звичайній електродуговій печі та індукційній печі, вилита в сталеві зливки і перероблена в різні вироби з нержавіючої сталі необхідної форми за звичайними технологіями гарячого прокатування, кування, холодного прокатування, витягування (обтискування).

Цей винахід може бути додатково проілюстрований такими прикладами.

Приклади:

Процес плавки здійснюється у півтонній трьохфазній електродуговій печі. На під печі лайнером послідовно завантажують 10кг алюмінію в зливках, 36кг марганцю, 3кг кристалічного кремнію, 1кг Cr₂O₃,

після чого додають чисту вільну від іржі рідку сталь, що містить менше 0,12% вуглецю і вкриває вищезгадані елементи шаром близько 100мм. Вмикають потужність для розплавлення цих матеріалів до рідкого стану. Після того, як рідина стала чистою, беруть пробу для аналізу. Добирають шлак так, щоб підтримувати рідину добре текучою. Коли температура рідини перевищує 1500°C, обирають відновний шлак для здійснення реакції відновлення протягом 20 хвилин. При температурі рідкої сталі 1540-1560°C додають 0,5кг змішані рідкоземельні метали. Після повного перемішування випускають сталь. Склад сталі подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Елемент	C	Si	Mn	N	Al	RE
Вміст (мас.%)	0,07	1,25	16,30	0,17	4,38	0,17

Механічні властивості сталі вказані в таблиці 2.

Таблиця 2

Винахід	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	σ_b (MPa)	σ_s (%)
	250	550	54
1Cr18Ni9 GB3280-92	≥ 205	≥ 520	≥ 40

Корозійна стійкість: Маса сталі зменшилась на 9,817г після того, як сталь була піддана випробовуванням на корозію в 5% сірчаній кислоті протягом півгодини, що є набагато меншим за значення, встановлене китайським національним стандартом.