

Винахід відноситься до сплавів переважно медичного призначення, які застосовуються в ортопедичній стоматології для виготовлення зубних протезів з керамічним покриттям,

Відомий сплав Supranium на основі нікелю, що містить (у ваг. %):

21,5 Cr, 9 Mo, 4 Nb, 2 Co, 1,5 Fe, 0,5 Mn, 0,5 Si, решта Ni (Lindigkeit J. Non-precious dental alloys from Krupp for fixed dentures // Technische Mitteilungen Krupp. - 1990. - N1. - P.62.).

Недоліками цього сплаву є недостатня міцність і твердість, а також висока схильність до дендритної ліквідації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму, пов'язаної з великим температурним інтервалом (60°C) кристалізації ($t_n - t_k = 1360 - 1300^\circ\text{C}$).

Відомий сплав Wiron-88 на основі нікелю, який містить (у ваг. %): 24 Cr, 10 Mo, 1,5 Si, 0,5 Ce, решта Ni (Katalog'90. Das Bego-System. - Bego, 1989 - P.9).

Недоліками цього сплаву є недостатня міцність і твердість, висока схильність до дендритної ліквідації, обумовлена великим температурним інтервалом (60°C) кристалізації ($t_n - t_k = 1310 - 1250^\circ\text{C}$), використання для рафінування рідкоземельного елемента церію, який є тільки технологічною металургійною присадкою, що здорожує сплав.

Найбільш близьким до запропонованого є сплав Wiron-99 на основі нікелю, що містить (у ваг. %): 22,5 Cr, 9,5 Mo, 1,0 Nb, 1,0 Si, 0,5 Fe, Ce 0,5, решта Ni (Katalog'90. Das Bego-System. - Bego, 1989 - P.9). Коефіцієнт термічного розширення (КТР) відомого сплаву складає $1,4 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

Недоліками цього сплаву є недостатня міцність і твердість, а також висока схильність до дендритної ліквідації, обумовлена великим температурним інтервалом (60°C) кристалізації ($t_n - t_k = 1310 - 1250^\circ\text{C}$), використання для рафінування рідкоземельного елемента церію, що здорожує сплав.

Технічною задачею винаходу, який заявляється, є створення сплаву на основі нікелю, що має підвищені міцність і твердість при збереженні значення коефіцієнта термічного розширення $1,4 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ і з більш вузьким температурним інтервалом кристалізації, що дозволяє одержати однорідні по об'єму виливки.

Технічна задача вирішується за рахунок того, що в стоматологічний сплав на основі нікелю, який містить хром, молибден, кремній і залізо додатково вводять вольфрам і алюміній, у наступному співвідношенні компонентів (мас.%):

| | |
|----|-------------|
| Cr | -23,0-26,0; |
| Mo | -8,0-9,2; |
| W | -3,8-5,0; |
| Fe | -1,2-1,6; |
| Al | -0,9-1,2; |
| Si | -0,3-1,0; |
| Ni | -решта |

Введення в сплав вольфраму та алюмінію підвищує його механічні характеристики. Сумісне легування сплаву кремнієм і алюмінієм покращує адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою, чому сприяє утворення на ній не тільки тонких шарів окислів, але і шпинелей. Запропонований сплав не потребує рафінування церієм.

При вмісті хрому менше 23,0 ваг. % і більше 26,0 ваг.% та заліза менше 1,2 ваг.% і більше 1,6 ваг.% сплав віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молибдену менше 8,0 ваг. % і вольфраму менше 3,8 ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молибдену більше 9,2 ваг.% та вольфраму більше 5,0 ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті алюмінію менше 0,9 ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. Збільшується його інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму. Зменшується кількість окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву, що погіршує адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою.

При вмісті алюмінію більше 1,2 ваг.% збільшується кількість інтерметалідів Ni_3Al , які підвищують схильність сплаву до міжкристалічної корозії, окрихчуючи його при неоднорідному розподілі у виливці.

При вмісті кремнію менше 0,3 ваг.% погіршуються адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою, що обумовлено зменшенням кількості окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву.

При вмісті кремнію більше 1,0 ваг.% підвищується крихкість сплаву за рахунок появи на границях зерен крихкої фази Ni_3Si .

Елементи, що вводяться в сплав, забезпечують мінімальний інтервал його кристалізації, що близький до евтектичного (псевдоевтектичного), при збереженні значення КТР, твердості та міцності. Тому будь-яке відхилення в той чи інший бік приводить до збільшення інтервалу кристалізації і підвищує концентраційну неоднорідність внаслідок розвитку ліквідаційних процесів. Зміна кількості кожного з легуючих елементів спричиняє необхідність комплексної корекції складу сплаву у відношенні інших елементів.

Приклад. Були виплавлені виливки сплавів методом індукційного вакуумного переплаву з донним розливом зі складами, що відповідають середньому і крайнім значенням тому, який заявляється, а також вище і нижче запропонованого діапазону і сплаву-прототипу (табл.1).

Таблиця 1

Хімічний склад виплавлених сплавів

| № сплаву | Вміст легуючих елементів | Вміст елементів, ваг. % | | | | | | | | |
|----------|--------------------------|-------------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-------|
| | | Cr | Mo | W | Nb | Fe | Al | Si | Ce | Ni |
| 1 | нижче мінімального | 22,5 | 7,8 | 3,5 | - | 1,0 | 0,8 | 0,2 | - | решта |
| 2 | мінімальне | 23,0 | 8,0 | 3,8 | - | 1,2 | 0,9 | 0,3 | - | решта |
| 3 | середнє | 24,2 | 8,5 | 4,5 | - | 1,4 | 1,0 | 0,5 | - | решта |
| 4 | максимальне | 26,0 | 9,2 | 5,0 | - | 1,6 | 1,2 | 1,0 | - | решта |

| | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 5 | вище максимального | 27,2 | 9,5 | 5,3 | - | 1,8 | 1,3 | 1,1 | - | решта |
| 6 | прототип | 22,5 | 9,5 | - | 1,0 | 0,5 | | 1,0 | 0,5 | решта |

Отримані виливки всіх сплавів піддавались механічній обробці (шліфуванню і поліруванню) відповідно до технологічних поверхнево-оздоблювальних операцій при виготовленні металевого каркаса металокерамічного протеза.

Результати проведених механічних випробувань зразків сплавів, а також визначення їх КТР і температурного інтервалу кристалізації приведені в табл.2.

Таблиця 2

Механічні властивості, КТР і інтервал кристалізації сплавів.

| № сплаву | Механічні властивості | | КТР, K^{-1} | Інтервал кристалізації, $^{\circ}C$ |
|----------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | Твердість за Вікерсом, HV (10) | | |
| 1 | 336 | 189 | $1,41 \cdot 10^{-6}$ | 89 |
| 2 | 358 | 211 | $1,41 \cdot 10^{-6}$ | 28 |
| 3 | 362 | 215 | $1,41 \cdot 10^{-6}$ | 26 |
| 4 | 365 | 218 | $1,41 \cdot 10^{-6}$ | 30 |
| 5 | 368 | 226 | $1,41 \cdot 10^{-6}$ | 87 |
| 6 | 330 | 180 | $1,41 \cdot 10^{-6}$ | 60 |

Як видно з приведених у табл.2 даних при вмісті легуючих елементів меншому ніж той, що заявляється, сплав характеризується недостатньою міцністю і великим інтервалом кристалізації (сплав №1). Приблизно такий же низький рівень міцності має і сплав-прототип (сплав №6). У той же час запропонований склад сплаву на основі нікелю забезпечує його високі механічні характеристики, при значенні КТР рівному $1,41 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ і інтервал кристалізації 26-30 $^{\circ}C$.

Сплав може бути виплавлений як у лабораторних, так і в промислових умовах.