

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. — № 1. — Р. 62.).

Недоліками цього сплаву є низькі 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 ($t_H - t_K = 1360-1300$ °C).

Відомий сплав Wiron-88 на основі нікелю, який містить (у ваг. %): 24 Cr, 10 Mo, 1,5 Si, 0,5 Ce 0,05, решта Ni (Katalog'90. Das Bego-System. - Bego, 1989 - Р. 9)

Недоліками цього сплаву є низькі міцнісні характеристики, а також висока схильність до дендритної ліквідації, що приводить до хімічної неоднорідності литої конструкції, пов'язаної з великим температурним інтервалом (60 °C) кристалізації ($t_H - t_K = 1310-1250$ °C). Крім того, у сплав для рафінування введений дорогий рідкоземельний елемент - церій, 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 0,05, решта Ni (Katalog'90. Das Bego-System. - Bego, 1989 - Р. 9). Коефіцієнт термічного розширення (КТР) відомого сплаву складає $1,4 \cdot 10^{-6}$ К⁻¹. Недоліками цього сплаву є низькі міцність і твердість, висока схильність до дендритної ліквідації, обумовленою великим температурним інтервалом (60 °C) кристалізації ($t_H - t_K = 1310-1250$ °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 $1,4 \cdot 10^{-6}$ 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, молібден, ніобій, кремній і залізо додатково вводять вольфрам, титан і алюміній у наступному співвідношенні (ваг. %): Cr - 23,0-27,0;

Mo — 7,0-8,0;

W — 2,5-3,2;

Nb — 0,4-1,0;

Ti — 0,5-1,0;

Al — 0,5-1,0;

Fe — 0,5-0,8;

Si — 0,3-1,0;

Ni — решта.

Введення в сплав вольфраму підвищує механічні характеристики шляхом твердорозчинного зміцнення. Введення титану і алюмінію приводить до його додаткового дисперсійного зміцнення. 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 більш 30,0 ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молібдену менше 7,0 ваг.% і більше 8,0 ваг.% і вольфраму менше 2,5 ваг.% і більше 3,2 ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. Склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті титану і алюмінію менше 0,5 ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. Збільшується його інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму. Крім того, при вмісті алюмінію менше 0,5 ваг.% зменшується кількість окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву, що погіршує адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою.

При вмісті титану і алюмінію більше 1,0 ваг.% збільшується кількість інтерметалідів Ni₃Ti і Ni₃Al, які підвищують схильність сплаву до міжкристалітної корозії, окрижуючи 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 Ni₃Si.

Елементи, що вводяться в сплав, підвищують твердість і міцність при збереженні значення КТР і забезпечують мінімальний інтервал його кристалізації, що близький до евтектичного (псевдоевтектичного). 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	Ti	Al	Fe	Si	Ce	Ni
1	нижче мінімального	22,0	6,5	2,0	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	-	решта
2	мінімальне	23,0	7,0	2,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	-	решта
3	середнє	25,0	7,5	2,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	-	решта
4	максимальне	27,0	8,0	3,2	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	-	решта
5	вище максимального	27,5	8,4	3,5	1,2	1,3	1,3	1,1	1,2	-	решта
6	прототип	22,5	9,5	-	1,0	-	-	0,5	1,0	0,05	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	328	182	$1.46 \cdot 10^{-6}$	52
2	352	208	$1.41 \cdot 10^{-6}$	30
3	350	210	$1.41 \cdot 10^{-6}$	25
4	356	212	$1.41 \cdot 10^{-6}$	30
5	368	240	$1.45 \cdot 10^{-6}$	48
6	330	180	$1.4 \cdot 10^{-6}$	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 інтервалом кристалізації 25-30 $^{\circ}C$. Сплав може бути виплавлений як у лабораторних, так і в промислових умовах.