

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

Відомий сплав Duseranium U на основі нікелю, що містить (у ваг.%): 21,5 Cr, 4,5 Mo, 5,0 W, 3,2 Nb, 0,5 Co, 3,5 Fe, 0,4 Mn, 0,8 Si, 1,5 Cu, 0,1 C, решта Ni (DUCERA, Dental GmbH & Co. KG).

Недоліками цього сплаву є низькі міцність і твердість.

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 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 ($t_f - t_k = 1360 - 1300^\circ\text{C}$).

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 низькі міцність і твердість, висока схильність до дендритної ліквідації, обумовленою великим температурним інтервалом (60°C) кристалізації ($t_f - t_k = 1310 - 1250^\circ\text{C}$), використання для рафінування рідкоземельного елемента церію, який є тільки металургійною присадкою, 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, молібден, ніобій, залізо та кремній додатково вводять вольфрам, ванадій, кобальт, титан і алюміній у наступному співвідношенні (ваг.%):

Cr	21,0-24,0
Mo	5,5-6,1
W	5,2-5,8
V	0,5-0,9
Nb	0,9-1,1
Co	4,0-6,2
Ti	0,5-0,9
Al	0,5-0,9
Si	0,3-0,8
Fe	0,03-0,8
Ni	решта.

Введення в сплав вольфраму, кобальту та титану 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 21,0ваг.% і більше 24,0ваг.% та заліза менше 0,3ваг.% і більше 0,8ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молібдену менше 5,5ваг.%, вольфраму менше 5,2ваг.%, ванадію менше 0,5ваг.%, ніобію менше 0,9ваг.% та кобальту менше 4,0ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молібдену більше 6,1ваг.%, вольфраму більше 5,8ваг.%, ванадію більше 0,9ваг.%, ніобію більше 1,1ваг.% та кобальту більше 6,2ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

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

При вмісті титану і алюмінію більше 0,9ваг.% збільшується кількість інтерметалідів Ni_3Ti і Ni_3Al , які підвищують схильність сплаву до міжкристалітної корозії, окрихчуючи його при неоднорідному розподілі у виливці.

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

При вмісті кремнію більше 0,8ваг.% підвищується крихкість сплаву за рахунок появи на границях зерен крихкої фази Ni_3Si .

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).

Хімічний склад виплавлених сплавів													
№ сплаву	Вміст легуючих елементів	Вміст елементів, ваг. %											
		Cr	Mo	W	V	Nb	Co	Ti	Al	Si	Fe	Ce	Ni
1	нижче мінімального	20,6	5,1	4,8	0,4	0,7	3,5	0,3	0,4	0,2	0,1	-	решта
2	мінімальне	21,0	5,5	5,2	0,5	0,9	4,0	0,5	0,5	0,3	0,3	-	решта
3	середнє	22,3	5,8	5,6	0,8	1,0	5,0	0,7	0,8	0,5	0,6	-	решта
4	максимальне	24,0	6,1	5,8	0,9	1,1	6,2	0,9	0,9	0,8	0,8	-	решта
5	вище максимального	24,6	6,3	6,1	1,3	1,3	6,6	1,1	1,2	1,0	1,1	-	решта
6	прототип	22,5	9,5	-	-	1,0	-	-	-	1,0	0,5	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, $^{\circ}C$
	$\sigma_{0,2}$, H/mm^2	Твердість за Вікерсом, HV (10)		
1	332	181	$1,4 \cdot 10^{-6}$	87
2	340	188	$1,4 \cdot 10^{-6}$	24
3	340	189	$1,4 \cdot 10^{-6}$	20
4	343	191	$1,4 \cdot 10^{-6}$	22
5	348	196	$1,4 \cdot 10^{-6}$	89
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). У той же час запропонований склад сплаву на основі нікелю забезпечує його високі механічні характеристики при значенні КТР рівному $1,4 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ і інтервалом кристалізації 20-24 $^{\circ}C$.

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