

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, молибден, ніобій та кремній додатково вводять вольфрам, кобальт і титан у наступному співвідношенні (ваг.%):

Cr	26,0-29,0
Mo	3,8-4,2
W	9,2-10,0
Nb	0,7-0,9
Co	7,3-8,5
Ti	0,9-1,3
Al	0,9-1,3
Si	0,6-1,2
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 26,0ваг.% і більше 29,0ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молибдену менше 3,8ваг.%, вольфраму менше 9,2ваг.%, ніобію менше 0,7ваг.% та кобальту менше 7,3ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молибдену більше 4,2ваг.%, вольфраму більше 10,0ваг.%, ніобію більше 0,9ваг.% та кобальту більше 8,5ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

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

При вмісті титану і алюмінію більше 1,3ваг.% 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 0,6ваг.% погіршуються адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою, що обумовлено зменшенням кількості окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву.

При вмісті кремнію більше 1,2ваг.% 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).

Таблиця 1

Хімічний склад виплавлених сплавів

№ сплаву	Вміст легуючих елементів	Вміст елементів,ваг.%										
		Cr	Mo	W	Nb	Co	Ti	Al	Si	Fe	Ce	Ni

1	нижче мінімального	25,2	3,1	8,6	0,5	7,0	0,7	0,6	0,4	-	-	решта
2	мінімальне	26,0	3,8	9,2	0,7	7,3	0,9	0,9	0,6	-	-	решта
3	середнє	27,3	4,0	9,6	0,8	7,8	1,0	1,1	0,9	-	-	решта
4	максимальне	29,0	4,2	10,0	0,9	8,5	1,3	1,3	1,2	-	-	решта
5	вище максимального	29,6	4,6	10,4	1,1	8,9	1,4	1,5	1,4	-	-	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	368	209	$1,4 \cdot 10^{-6}$	106
2	374	215	$1,4 \cdot 10^{-6}$	38
3	376	216	$1,4 \cdot 10^{-6}$	40
4	379	218	$1,4 \cdot 10^{-6}$	42
5	384	222	$1,4 \cdot 10^{-6}$	120
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 38-42 $^{\circ}C$.

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