

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 ( $t_{\text{н}}-t_{\text{к}}=1360-1300^{\circ}\text{C}$ ).

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 ( $t_{\text{н}}-t_{\text{к}}=1310-1250^{\circ}\text{C}$ ), 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 та кремній додатково вводять вольфрам, кобальт, титан і алюміній у наступному співвідношенні (ваг.%):

Cr	21,0-24,0
Mo	1,5-2,1
W	2,2-2,8
Nb	0,5-0,9
Co	7,9-9,2
Ti	1,5-1,9
Al	1,5-1,9
Si	0,8-1,5
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.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молібдену менше 1,5ваг.%, вольфраму менше 2,2ваг.%, ніобію менше 0,5ваг.% та кобальту менше 7,9ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молібдену більше 2,1ваг.%, вольфраму більше 2,8ваг.%, ніобію більше 0,9ваг.% та кобальту більше 9,2ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті титану і алюмінію менше 1,5ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. Збільшується його інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму. Крім того, при вмісті алюмінію менше 1,5ваг.% зменшується кількість окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву, що погіршує адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою.

При вмісті титану і алюмінію більше 1,9ваг.% збільшується кількість інтерметалідів  $\text{Ni}_3\text{Ti}$  і  $\text{Ni}_3\text{Al}$ , які підвищують схильність сплаву до міжкристалітної корозії, окрихчуючи його при неоднорідному розподілі у виливці.

При вмісті кремнію менше 0,8ваг.% погіршуються адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою, що обумовлено зменшенням кількості окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву.

При вмісті кремнію більше 1,5ваг.% підвищується крихкість сплаву за рахунок появи на границях зерен крихкої фази  $\text{Ni}_3\text{Si}$ .

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	20,3	1,4	1,9	0,3	7,6	1,2	1,3	0,6	-	-	решта

2	мінімальне	21,0	1,5	2,2	0,5	7,9	1,5	1,5	0,8	-	-	решта
3	середнє	22,4	1,8	2,5	0,7	8,3	1,8	1,7	1,1	-	-	решта
4	максимальне	24,0	2,1	2,8	0,9	9,2	1,9	1,9	1,5	-	-	решта
5	вище максимального	24,5	2,4	3,1	1,1	9,6	2,2	2,1	1,7	-	-	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, $^{\circ}C$
	0,2, $H/mm^2$	Твердість за Вікерсом, HV (10)		
1	336	184	$1,38 \cdot 10^{-6}$	78
2	344	190	$1,39 \cdot 10^{-6}$	19
3	344	191	$1,39 \cdot 10^{-6}$	15
4	346	193	$1,39 \cdot 10^{-6}$	17
5	350	198	$1,39 \cdot 10^{-6}$	83
	330	180	$1,40 \cdot 10^{-6}$	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  $1,39 \cdot 10^{-6} K^{-1}$  і інтервалом кристалізації 15-19 $^{\circ}C$ .

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