

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-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). Коефіцієнт термічного розширення (КТР) відомого сплаву складає  $1,41 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ .

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 ( $t_f-t_k=1310-1250^\circ\text{C}$ ). Крім того, у сплав для рафінування введений дорогий рідкоземельний елемент церій, який є тільки технологічною 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 та кремній додатково вводять вольфрам, кобальт, титан і алюміній у наступному співвідношенні (ваг.%):

Cr	25,0-30,0
Mo	1,6-2,6
W	3,2-5,3
Co	7,0-10,0
Ti	0,4-0,9
Al	0,4-0,9
Si	0,3-0,8
Ni	решта.

Введення в сплав вольфраму, кобальту, титану 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 25,0ваг.% і більше 30,0ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молібдену менше 1,6ваг.%, вольфраму менше 3,2ваг.% та кобальту менше 7,0ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молібдену більше 2,6ваг.%, вольфраму більше 5,3ваг.% та кобальту більше 10,0ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті титану і алюмінію менше 0,4ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. Збільшується його інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму. Крім того, при вмісті алюмінію менше 0,4ваг.% 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  $\text{Ni}_3\text{Ti}$  і  $\text{Ni}_3\text{Al}$ , які підвищують схильність сплаву до міжкристалітної корозії, окрихчуючи його при неоднорідному розподілі у виливці.

При вмісті кремнію менше 0,3ваг.% 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  $\text{Ni}_3\text{Si}$ .

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	Co	Ti	Al	Si	Ce	Ni

1	нижче мінімального	24,2	1,5	2,8	6,2	0,2	0,2	0,2	-	решта
2	мінімальне	25,0	1,6	3,2	7,0	0,4	0,4	0,3	-	решта
3	середнє	27,3	1,9	4,0	8,6	0,6	0,7	0,5	-	решта
4	максимальне	30,0	2,6	5,3	10,0	0,9	0,9	0,8	-	решта
5	вище максимального	30,6	2,8	5,8	10,6	1,1	1,2	1,0	-	решта
6	прототип	24,0	10,0	-	-	-	-	1,5	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.

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  $1,41 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  і інтервалом кристалізації 18-24°C.

Таблиця 2

Механічні властивості, КТР і інтервал кристалізації сплавів

№ сплаву	Механічні властивості		КТР, $\text{K}^{-1}$	Інтервал кристалізації, °C
	$\sigma_{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Твердість за Вікерсом, HV (10)		
1	369	218	$1,40 \cdot 10^{-6}$	102
2	382	237	$1,41 \cdot 10^{-6}$	24
3	386	238	$1,41 \cdot 10^{-6}$	18
4	390	240	$1,41 \cdot 10^{-6}$	22
5	402	256	$1,41 \cdot 10^{-6}$	98
6	360	200	$1,41 \cdot 10^{-6}$	60

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