

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 Kmp. - 1990. - N1. - P.62.).

Недоліками цього сплаву є недостатня 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 ($t_{\text{л}}-t_{\text{к}}=1360-1300^{\circ}\text{C}$).

Відомий 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).

Недоліками цього сплаву є недостатня міцність і твердість, висока схильність до дендритної ліквідації, обумовлена великим температурним інтервалом (60°C) кристалізації ($t_{\text{л}}-t_{\text{к}}=1310-1250^{\circ}\text{C}$), використання для рафінування рідкоземельного елемента церію, 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 0,5, 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 недостатня міцність і твердість, а також висока схильність до дендритної ліквідації, обумовлена великим температурним інтервалом (60°C) кристалізації ($t_{\text{л}}-t_{\text{к}}=1310-1250^{\circ}\text{C}$), 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 $1,4 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ і з більш вузьким температурним інтервалом кристалізації, що дозволяє одержати однорідні по об'єму виливки.

Технічна задача вирішується за рахунок того, що в стоматологічних сплавах на основі нікелю, який містить хром, молібден, кремній і залізо додатково вводять вольфрам, титан і алюміній, у наступному співвідношенні (ваг. %):

Cr	- 22,0-25,0;
Mo	- 2,0-3,0;
W	- 11,8-13,0;
Fe	- 1,0-1,4;
Ti	- 0,6-1,0;
Al	- 0,6-1,0;
Si	- 0,3-1,0;
Ni	- решта

Введення в сплав вольфраму, 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 22,0ваг. % і більше 25,0ваг. % та заліза менше 1,0ваг. % і більше 1,4ваг. % сплав віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молібдену менше 2,0ваг. % та вольфраму менше 11,8ваг. % знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молібдену більше 3,0ваг. % та вольфраму більше 13,0ваг. % склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті титану та алюмінію менше 0,6ваг. % знижується міцність і твердість сплаву. Збільшується його інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму. Крім того, при вмісті алюмінію менше 0,6ваг. % зменшується кількість окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву, що погіршує адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою.

При вмісті титану і алюмінію більше 1,0ваг. % збільшується кількість інтерметалідів Ni_3Ti і Ni_3Al , які підвищують схильність сплаву до міжкристалічної корозії, окрижуючи 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 1,0ваг. % підвищується крихкість сплаву за рахунок появи на границях зерен крихкої фази Ni_3Si .

Елементи, що вводяться в сплав, забезпечують мінімальний інтервал його кристалізації, що близький до евтектичного (псевдоевтектичного), при збереженні значення КТР, твердості та міцності. 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	Fe	Al	Ti	Si	Ce	Ni
1	нижче мінімального	21,4	1,5	11,3	-	0,6	0,4	0,3	0,2	-	решта
2	мінімальне	22,0	2,0	11,8	-	1,0	0,6	0,6	0,3	-	решта
3	середнє	23,2	2,6	12,5	-	1,2	0,8	0,7	0,8	-	решта

4	максимальне	25,0	3,0	13,0	-	1,4	1,0	1,0	1,0	-	решта
5	вище максимального	25,6	3,3	13,4	-	1,5	1,2	1,1	1,1	-	решта
6	прототип	22,5	9,5	-	1,0	0,5	-	-	1,0	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, $^{\circ}C$
	$\sigma_{0,2}$, N/mm^2	Твердість за Вікерсом, HV (10)		
1	339	192	$1,39 \cdot 10^{-6}$	87
2	368	221	$1,39 \cdot 10^{-6}$	34
3	372	225	$1,39 \cdot 10^{-6}$	29
4	375	228	$1,39 \cdot 10^{-6}$	32
5	378	236	$1,39 \cdot 10^{-6}$	98
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 $1,39 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ і інтервал кристалізації 29-34 $^{\circ}C$.

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