

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. -NI. -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 ( $60^{\circ}\text{C}$ ) кристалізації ( $t_{\text{л}}-t_{\text{к}}=1360-1300^{\circ}\text{C}$ ).

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 ( $60^{\circ}\text{C}$ ) кристалізації ( $t_{\text{л}}-t_{\text{к}}=1310-1250^{\circ}\text{C}$ ). 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  $1,41 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  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, титан і алюміній у наступному співвідношенні (ваг. %):

Cr	23,0-27,0
Mo	2,0-3,6
W	4,0-6,3
Ti	1,1-1,5
Al	1,1-1,5
Si	0,5-0,9
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 23,0ваг. % і більше 27,0ваг. % склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молібдену менше 2,0ваг. % та вольфраму менше 4,0ваг. % знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молібдену більше 3,6ваг. % та вольфраму більше 6,3ваг. % склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшується інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

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

При вмісті титану і алюмінію більше 1,5ваг. % збільшується кількість інтерметалідів  $\text{Ni}_3\text{Ti}$  і  $\text{Ni}_3\text{Al}$ , які підвищують схильність сплаву до міккристалітної корозії, окрихуючи його при неоднорідному розподілі у виливці.

При вмісті кремнію менше 0,5ваг. % погіршуються адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою, що обумовлено зменшенням кількості окислів чи шпинелей після високотемпературного нагріву.

При вмісті кремнію більше 0,9ваг. % 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	Ti	Al	Si	Ce	Ni
1	нижче мінімального	22,4	1,8	3,6	0,7	0,8	0,4	-	решта
2	мінімальне	23,0	2,0	4,0	1,1	1,1	0,5	-	решта
3	середнє	25,2	2,6	5,1	1,2	1,3	0,7	-	решта
4	максимальне	27,0	3,6	6,3	1,5	1,5	0,9	-	решта
5	вище максимального	27,5	4,0	6,8	1,8	1,7	1,2	-	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  $1,40 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  і інтервалом кристалізації  $30\text{-}32^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 2

Механічні властивості, КТР і інтервал кристалізації сплавів

№ сплаву	Механічні властивості		КТР, $\text{K}^{-1}$	Інтервал кристалізації, $^{\circ}\text{C}$
	$\sigma_{0,2}$ , $\text{H/mm}^2$	Твердість за Вікерсом, HV (10)		
1	360	203	$1,40 \cdot 10^{-6}$	103
2	368	208	$1,40 \cdot 10^{-6}$	33
3	369	211	$1,40 \cdot 10^{-6}$	30
4	371	212	$1,40 \cdot 10^{-6}$	32
5	375	216	$1,40 \cdot 10^{-6}$	112
6	360	200	$1,41 \cdot 10^{-6}$	60

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