

Винахід відноситься до сплавів переважно медичного призначення, які застосовуються в 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 Си, 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.-Nl.-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 ( $t_{\text{л}}-t_{\text{к}}=1360-1300^{\circ}\text{C}$ ).

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 міцність і твердість, висока схильність до дендритної ліквідації, обумовленою 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  $1,41 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  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, молибден, кремній додатково вводять вольфрам, ванадій, титан і алюміній у наступному співвідношенні (ваг. %):

Cr	24,0-29,0;
Mo	2,5-3,5;
W	4,0-6,0;
V	0,2-0,5;
Ti	1,1-1,5;
Al	1,1-1,5;
Si	0,3-0,7;
Ni	решта.

Введення в сплав вольфраму, ванадію 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 24,0ваг.% 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 2,5ваг.%, вольфраму менше 4,0ваг.% та ванадію менше 0,2ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молибдену більше 3,5ваг.% вольфраму більше 6,0ваг.% та ванадію більше 0,5ваг.% 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 міжкристалітної 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 0,7ваг.% 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	V	Ti	Al	Si	Ce	Ni
1	нижче мінімального	22,0	2,0	3,0	0,1	0,7	0,9	0,2	-	решта

2	мінімальне	24,0	2,5	4,0	0,2	1,1	1,1	0,3	-	решта
3	середнє	27,0	3,0	5,0	0,3	1,2	1,3	0,5	-	решта
4	максимальне	29,0	3,5	6,0	0,5	1,5	1,5	0,7	-	решта
5	вище максимального	30,0	4,0	6,5	0,8	1,6	1,7	0,9	-	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). Приблизно такий же низький рівень міцності має і сплав-прототип (сплав №6). 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 31-33°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	340	196	$1,39 \cdot 10^{-6}$	75
2	387	228	$1,40 \cdot 10^{-6}$	31
3	390	230	$1,40 \cdot 10^{-6}$	30
4	394	234	$1,40 \cdot 10^{-6}$	33
5	398	240	$1,40 \cdot 10^{-6}$	73
6	360	200	$1,41 \cdot 10^{-6}$	60

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