

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 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 (60°C) температурним інтервалом кристалізації ($t_n-t_k=1360-1300^\circ\text{C}$).

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 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 ($t_n-t_k=1310-1250^\circ\text{C}$). Крім того, у сплав для рафінування введений дорогий рідкоземельний елемент - церій, який є тільки технологічною металургійною присадкою, що здорожує сплав.

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 0,05, 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 ($t_n-t_k=1310-1250^\circ\text{C}$), 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 стоматологічний сплав на основі нікелю, який містить хром, молибден, ніобій, кремній і залізо додатково вводять титан і алюміній у наступному співвідношенні (ваг. %):

Cr	24,0-29,0;
Mo	5,0-6,0;
Nb	0,9-1,3;
Ti	0,4-0,8;
Al	0,4-0,8;
Fe	2,6-2,9;
Si	0,3-0,9;
Ni	решта.

Введення титану і алюмінію підвищує механічні характеристики шляхом дисперсійного зміцнення. Сумісне легування сплаву кремнієм і алюмінієм покращує адгезійні властивості поверхні при покритті керамікою, чому сприяє утворення на ній тонких шарів окислів і шпинелей. Запропонований сплав не потребує рафінування церієм.

При вмісті хрому менше 24,0ваг.% і більше 30,0ваг.% склад сплаву віддаляється від евтектичного, збільшуючи інтервал кристалізації, що приводить до хімічної неоднорідності виливки по об'єму.

При вмісті молибдену менше 5,0ваг.% та ніобію менше 0,9ваг.% знижується міцність і твердість сплаву. При вмісті молибдену більше 6,0ваг.% і ніобію більше 1,3ваг.% 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 0,8ваг.% збільшується кількість інтерметалідів Ni_3Ti і Ni_3Al , які підвищують схильність сплаву до міжкристалітної корозії, окрихчуючи його при неоднорідному розподілі дисперсної фази 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 0,9ваг.% підвищується крихкість сплаву за рахунок появи на границях зерен крихкої фази Ni_3Si .

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 індукційної вакуумного переплаву з донним розливом зі складами, що відповідають середньому і крайнім значенням тому, який заявляється, а також вище нижче запропонованого діапазону і сплаву-прототипу (табл.1).

Таблиця 1

Хімічний склад виплавлених сплавів

№ сплаву	Вміст легуючих елементів	Вміст елементів, ваг. %								
		Cr	Mo	Nb	Ti	Al	Fe	Si	Ce	Ni

1	нижче мінімального	22,0	4,5	0,3	0,3	0,3	2,3	0,2	-	решта
2	мінімальне	24,0	5,0	0,9	0,4	0,4	2,6	0,3	-	решта
3	середнє	26,0	5,5	1,0	0,7	0,8	2,7	0,7	-	решта
4	максимальне	29,0	6,0	1,3	0,9	0,9	2,9	0,9	-	решта
5	вище максимального	31,0	7,0	1,6	1,2	1,3	3,1	1,2	-	решта
6	прототип	22,5	9,5	1,0	-	-	0,5	1,0	0,05	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, $^{\circ}C$
	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	Твердість за Вікерсом, HV (10)		
1	318	172	$1,41 \cdot 10^{-6}$	62
2	342	190	$1,39 \cdot 10^{-6}$	36
3	346	192	$1,39 \cdot 10^{-6}$	32
4	348	195	$1,39 \cdot 10^{-6}$	35
5	357	199	$1,42 \cdot 10^{-6}$	57
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 має недостатню міцність і великий інтервал 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 $1,39 \cdot 10^{-6} K^{-6}$ і інтервалом кристалізації 32-36 $^{\circ}C$.

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