

Розділ 14.
СПЛАВИ
ДЛЯ ВИРОБІВ
СТОМАТОЛОГІЧНОЇ
ОРТОПЕДІЇ



14. СПЛАВИ ДЛЯ ВИРОБІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОРТОПЕДІЇ

У сучасній стоматологічній ортопедії протезування зубів, відсутніх у порожнині рота пацієнта, поділяють за характером фіксації протеза на наступні види [201 ... 207]:

- ◆ *незнімне протезування* – заміщення відсутніх зубів або частини одного зуба незнімними протезами. Такі протези жорстко фіксують у порожнині рота пацієнта, у зв'язку з чим він носить і користується ними постійно;
- ◆ *знімне протезування* – заміщення відсутніх у пацієнта зубів шляхом установки у його ротовій порожнині знімних протезів;
- ◆ *комбіноване протезування* – заміщення відсутніх у пацієнта зубів шляхом установки у його ротовій порожнині ортопедичного виробу, що складається із елементів знімного та незнімного протезування.

При цьому, незалежно від характеру фіксації протеза, у стоматологічній ортопедії широко використовують литі деталі, до числа яких відносять не тільки коронки, а й елементи бюгельних протезів, що надано на рисунках 14.1 ... 14.4.

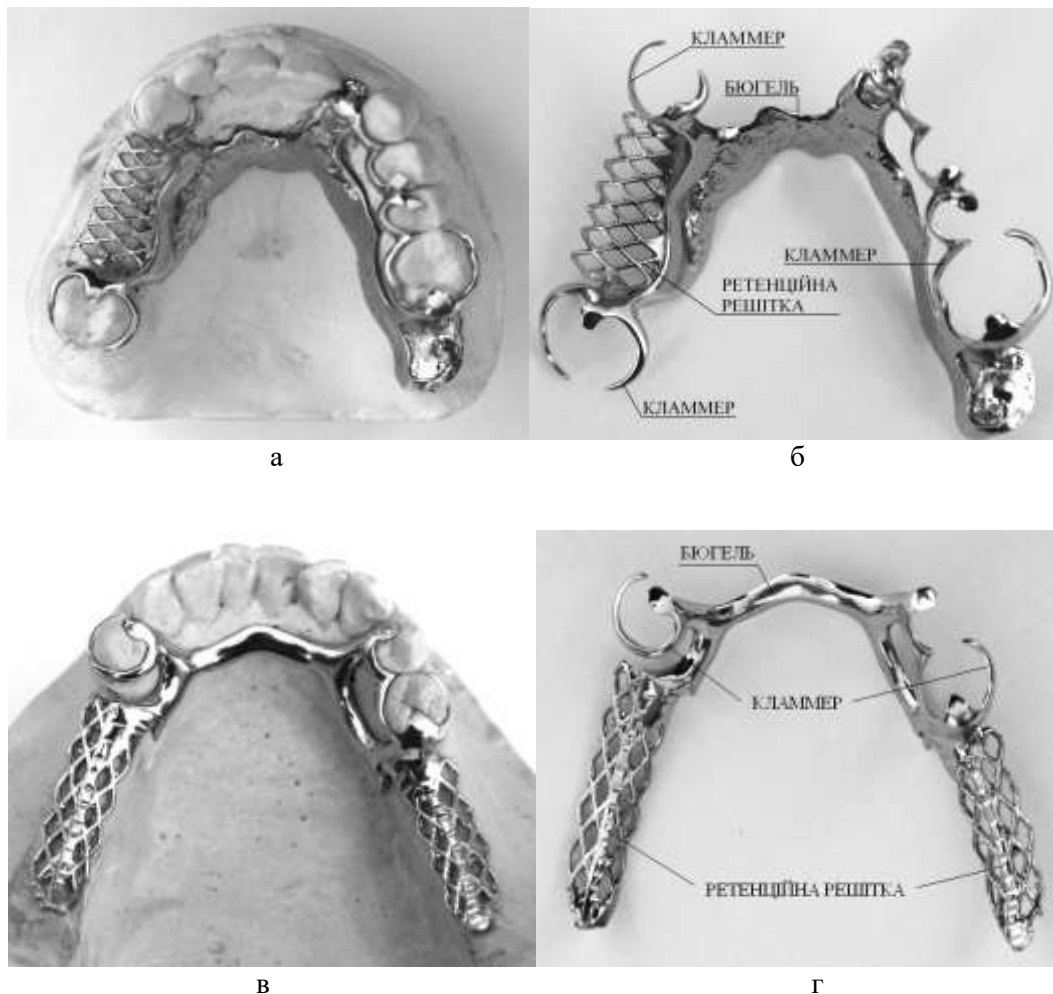


Рисунок 14.1 – Розміщення каркаса бюгельного протезу з опорно-утримувальними кламмерами у ротовій порожнині (а, в), вид литих каркасів бюгельних протезів (б, г)



Рисунок 14.2 – Бюгельні протези з опорно-утримувальними кламперами у ротові порожнині (а) та частково з'ємний бюгельний протез із телескопічною системою утримання у розібраному (б) та складеному (в) видах [222 ... 228]

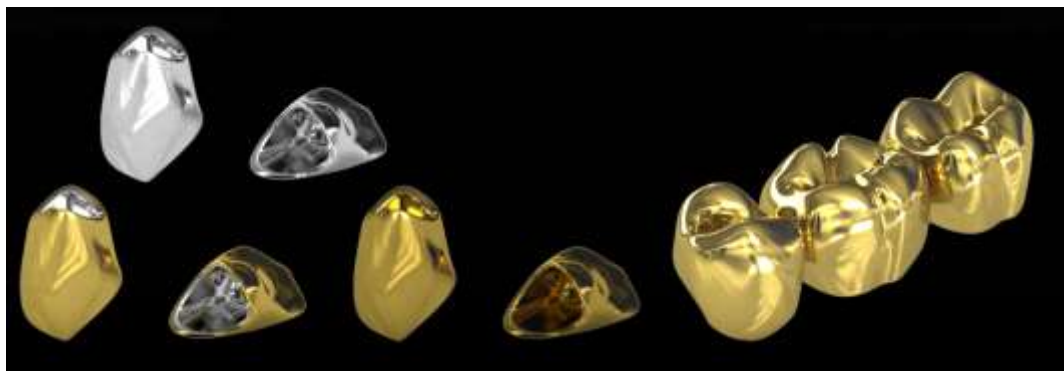


а

б



в



г

Рисунок 14.3 – Розміщення бюгельного протезу (а) та коронок (б) у ротовій порожнині, види металокерамічних (в) і металевих (г) коронок [229]



Рисунок 14.4 – Вид вилівка бюгельного протезу (а) та коронок (б)

Бюгельний протез (нім. der Bügel – скоба, дуга) – різновид змінних (з'ємних) протезів. Основою бюгельних протезів є суцільнолитий металевий каркас. До складу металевого каркаса входить дуга (бюгель) та елементи, здатні фіксувати протез у ротовій порожнині. Крім каркасу елементом бюгельного протезу є базис (сідлоподібна частина зі штучними яснами) – основа, на якій розташовують штучні зуби і фрагменти ясен.

Конструктивно до металевого каркасу входять (див. рисунок 14.1,б):

- ◆ з'єднувальні елементи (одна-дві дуги та їх відгалуження);
- ◆ опорні елементи і такі, що здатні фіксувати протез у ротовій порожнині (кламмери, замкові та телескопічні з'єднання, балкові кріплення);
- ◆ стабілізуючі елементи (безперервний кламмер, кіпмайдер);
- ◆ розвантажувальні елементи (амортизатори, подрібнювачі або перерозподільувачі жувальних навантажень).

Число елементів будь-якого протезу та способи їх виготовлення визначаються конструкцією протезу та властивостями матеріалів, які використовують для їх виготовлення.

Лиття за витоплюваними восковими та випалюваними пластмасовими моделями – основний спосіб виготовлення литих виробів в ортопедичній стоматології. Для успішної реалізації цього способу необхідне виконання комплексу послідовних спільних дій лікаря, зубного техника та ливарника. Результатом такої взаємодії є готовий протез, який повинен характеризуватися не тільки високою точністю виготовлення, невеликою масою та мініатюрністю несучих і кріпильних елементів, естетичністю, надійністю та довговічністю, але і правильністю підбору матеріалів для його виготовлення, зокрема – ливарного сплаву.

Ливарні сплави, які використовують в ортопедичній стоматології, працюють у досить складних і специфічних умовах, у зв'язку з чим вони повинні відповідати наступним загальним вимогам:

14. СПЛАВИ ДЛЯ ВИРОБІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОРТОПЕДІЇ

- ◆ не чинити токсичного впливу на організм пацієнта;
- ◆ мати біологічну індиферентність і високу корозійну стійкість до дії низько концентрованих кислот, лугів і розчинів солей;
- ◆ мати високі механічні властивості (пластичність, пружність, твердість, високий опір зношуванню та ін.);
- ◆ мати відповідний рівень фізичних (висока температура плавлення, відносно невелика питома щільність при кімнатній температурі тощо), технологічних (легко паятися та поліруватися) та ливарних (висока рідкоплинність, мінімальна об'ємна та лінійна усадка) властивостей;
- ◆ бути доступними та недорогими.

Одиничний характер виробництва виробів в ортопедичній стоматології та врахування особливостей реакції організму пацієнтів на присутні у ротовій порожнині сторонні предмети явилися основними причинами тієї обставини, що у даний час для виробництва таких виливків у всіх клініках світу використовують понад п'ятисот біосумісних сплавів.

Для впорядкування всі ці сплави, згідно з міжнародними стандартами (ISO), поділені на чотири групи.

Група 1. Сплави благородних металів на основі золота.

Група 2. Сплави благородних металів, які містять 25 ... 50 % (за масою) золота, платини або інших дорогоцінних металів.

Група 3. Сплави неблагородних металів.

Група 4. Сплави для металокерамічних конструкцій:

- а) із високим вмістом золота (**Au** > 75 %, за масою);
- б) із високим вмістом благородних металів (**Au + Pt**, **Au + Pd** > 75 %, за масою);
- в) на основі паладію (більше 50 %, за масою);
- г) на основі неблагородних металів (за масою):
 - **Co** (основа), **Cr** > 25 %, **Mo** ~ 2 %;
 - **Ni** (основа), **Cr** > 11 %, **Mo** ~ 2 %.

У ортопедичній стоматології сплави також класифікують:

- за призначенням виробу або його елемента;
- за кількістю компонентів сплаву;
- за фізичною природою компонентів сплаву;
- за температурою плавлення;
- за технологією переробки тощо.

Як було зазначено вище, сплави для ортопедичної стоматології класифікують за призначенням виробів із них.

За призначенням виробу або його елемента в ортопедичній стоматології виділяють три групи сплавів:

Група 1 – сплави бюгелей, кламмерів, шинуючих апаратів та інших знімних стоматологічних протезів – виробів із високою міцністю та жорсткістю;

Група 2 – сплави для виготовлення металокерамічних коронок і мостів;

Група 3 – сплави для виготовлення суцільнолитих коронок, із покриттям нітридом титану або облицьованих пластмасою, для виготовлення проміжків тощо.

Окрім загальних вимог до стоматологічних сплавів висувають і спеціальні вимоги, зумовлені конкретним призначенням виробу. Наприклад, металевий каркас – основа зубного протеза, яка протистоїть і перерозподіляє жувальне навантаження у порожнині рота. Тому, з метою забезпечення зубному протезу тривалості функціонування, матеріал каркасу повинен мати високі характеристики міцності і спротиву деформації.

Для виробництва металокерамічних протезів, тобто, якщо литий виріб передбачається покривати керамікою (фарфором), сплав виробу, окрім інших, повинен додатково відповідати і таким вимогам:

- ◆ утворювати з фарфором міцне механічне з'єднання;
- ◆ не викликати зміну кольору фарфору;
- ◆ оксиди сплаву не повинні проникати всередину або утворювати з фарфором хімічних сполук;
- ◆ температура розм'якшення сплаву повинна бути вище температури випалу фарфору;
- ◆ різниця коефіцієнтів термічного лінійного розширення сплаву та фарфору повинна бути мінімальною в усьому технологічному температурному інтервалі виконання фарфорового облицювання.

Прикладом такого сплаву є золотий сплав V-Класік (Швейцарія), в якому відсутні такі елементи, як **Ga, Co, Cr, Ni, Be**, а вміст неблагородних металів не перевищує 2 % (за масою).

У класифікації за механічними властивостями сплави поділяють на:

- ◆ сплави низької міцності – для виливків, що зазнають незначних механічних навантажень (вкладки);
- ◆ сплави середньої міцності – для виливків, що зазнають помірних механічних навантажень (вкладки, фасетки);
- ◆ сплави високої міцності – для виливків, що зазнають великих механічних навантажень (фасетки, тонкі литі металеві каркаси, штифти, коронки та бюгельні протези);
- ◆ надміцні сплави – для виливків, що зазнають великих механічних навантажень, а також ажурних та тонких у поперечному перерізі виливків (бюгельні протези, каркаси знімних протезів, кламмери, литі коронки та частково знімні зубні протези).

За температурою плавлення сплави поділяють на:

- ◆ сплави з низькою температурою плавлення (легкоплавкі сплави, неіржавка сталь);
- ◆ сплави з високою температурою плавлення (кобальтохромові, нікельхромові, титанові).

14.1 Сплави на основі благородних металів (золота, срібла)

Із числа благородних металів в ортопедичній стоматології використовують **Au** та **Ag**, сплави яких мають високі ливарні та технологічні властивості, високу корозійну стійкість, але відносно невисоку міцність. У користувачів таких виробів

14. СПЛАВИ ДЛЯ ВИРОБІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОРТОПЕДІЇ

значно рідше виявляється ідіосинкразія – підвищена чутливість організму до певних речовин та впливів.

До складу золотих сплавів можуть входити **Ag, Pt, Ra, In, Ru, Ro, Cu, Zn**. При цьому **Cu** та **Zn** у золотих сплавах виконують функції розкислювачів та модифікаторів, а **Cu, Ag** та **Pt** вводять у сплави з метою підвищення їх пружних властивостей та твердості.

14.1.1 Сплави на основі золота. Золото у чистому вигляді, як ливарний зуботехнічний матеріал, в ортопедичній стоматології не використовують, що зумовлено його низькими твердістю, міцністю, пружністю тощо. Проте, сплави на основі та з додаванням **Au** знайшли в ортопедичній стоматології найширше застосування.

Зуботехнічні сплави на основі **Au** класифікують за різними ознаками. Зокрема, за рівнем твердості золоті сплави прийнято поділяти на наступні типи: I – м'який, II – середній, III – твердий, IV – надтвердий.

Виходячи із даної класифікації із золотих сплавів виготовляють:
зі сплавів I-го типу – обмежено вживані конструкції та вироби, які відчують невеликі механічні навантаження (деякі види вкладок);
зі сплавів II-го типу – конструкції та вироби, які відчують помірні механічні навантаження (коронки, вкладки, кріплення, елементи мостоподібних протезів);
зі сплавів III-го типу – конструкції та вироби, які відчують великі механічні навантаження (коронки, тонкі вкладки, елементи мостоподібних протезів);
зі сплавів IV-го типу – вироби з тонкими перетинами, які відчують дуже великі механічні навантаження (сідла, кламмери, коронки та ін.).

За кольором золоті сплави поділяють на жовті та білі, за вмістом золота – на високопробні та низькопробні, за здатністю до термозміцнення – на ті, що зміцнюються, й ті, що не зміцнюються гартуванням та ін.

14.1.2 Жовті золоті сплави. Залежно від масового вмісту **Au** зуботехнічні жовті золоті сплави поділяють на високо- та низькопробні.

До високопробних відносять золоті сплави не нижче 630-ої проби. Хімічний склад високопробних жовтих золотих сплавів наведено в таблиці 14.1.

Таблиця 14.1 – Хімічний склад високопробних жовтих золотих сплавів

Тип сплаву	Масова частка, %					
	Au	Cu	Ag	Pd	Pt	Zn
I (м'який)	79,0-92,5	2,0-4,5	3,0-12,0	0,05	0-0,5	0-0,5
II (середній)	75,0-78,0	7,0-10,0	12,0-14,5	1,0-4,0	0-1,0	0-0,5
III (твердий)	62,0-78,0	8,0-11,0	8,0-26,0	2,0-4,0	0-3,0	0-1,0
IV (надтвердий)	60,0-71,5	11,0-16,0	4,0-20,0	0-5,0	0-8,5	1-2,0

Примітка. У деяких випадках, у сплавах II ... IV типів **Zn** замінюють **In**.

*Сплав золота 900-ої проби (90 % **Au**, 6 % **Cu**, 4 % **Ag**, за масою) використовують для виготовлення коронок та мостоподібних протезів.*

*Сплав золота 750-ої проби (75 % **Au**, 9 % **Pt**, 8 % **Cu**, 8 % **Ag**, за масою) використовують для виготовлення каркасів дугових (бюгельних) протезів, кламмерів, вкладок. Сплав характеризується високою пружністю та малою лінійною усадкою при литті.*

До числа сплавів золота 750-ої проби відноситься зносостійкий сплав СУПЕР-ТЗ («тверде золото»), який термічно зміцнюється і використовується для виготовлення коронок і мостоподібних протезів.

До низькопробних золотих сплавів відносяться сплави 400 ... 630-ої проб золотистого кольору. Хімічний склад деяких низькопробних жовтих золотих сплавів наведено в таблиці 14.2.

Таблиця 14.2 – Хімічний склад низькопробних жовтих золотих сплавів

Сплав	Масова частка, %					
	Au	Ag	Cu	Pd	In	Інші
Minigold	40,0	46,8	7,7	3,8	0,6	1,1
Neycast	41,4	9,1	38,7	8,2		2,1
Midas	46,5	39,1	7,7	5,9		0,8
Goldstar	63,0	24,5		3,0		9,5

Істотним недоліком низькопробних золотих сплавів є їх відносно невисока корозійна стійкість, що призводить до потьмяніння поверхні виробів у порожнині рота після 6 ... 8 місяців із моменту їх встановлення.

Як і при виробництві ювелірних виробів, плавку жовтих золотих сплавів ведуть на повітрі. Плавку сплавів зі значною часткою **Cu** та **Zn** ведуть у відновлювальному середовищі або під флюсом.

Для подрібнення литого зерна сплави модифікують **Ir**, **Rb** або **Ru** у кількості 0,25 ... 0,30 % від маси розплаву, який модифікується.

14.1.3 Білі золоті сплави. Відповідно до прийнятої класифікації білі золоті сплави поділяють на ті, що не піддаються (вміст **Cu** 6 ... 10 %) і піддаються (вміст **Cu** – 20 ... 25 %) гартуванню.

Як правило, білі золоті сплави виконані на основі сплавів потрійної системи Au–Ag–Pd.

Хімічний склад білих золотих сплавів, які найбільш часто використовують у стоматології, наведено в таблиці 14.3.

Таблиця 14.3 – Хімічний склад білих золотих ливарних сплавів

з/п	Масова частка, %					
	Au	Cu	Ag	Pd	Pt	Zn
1	65-70	6-10	7-12	10-12	0-4	1-2
2	28-30	20-25	25-30	15-20	3-7	0,5-1,5

У порівнянні з жовтими, білі золоті сплави менш стійкі до окислювання і менш технологічні при литті. Наявність значної кількості **Pd** у сплавах підвищує газонасиченість розплавів цих сплавів, що для отримання якісних литих виробів вимагає суворого дотримання технології плавки та лиття.

Крім сплавів, зазначених в таблиці 14.3, у даний час для виготовлення зубних протезів використовують і інші високопробні золоті паладієві сплави, у числі яких сплави Суперпал, М-Паладор та ін.

14. СПЛАВИ ДЛЯ ВИРОБІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОРТОПЕДІЇ

Суперпал (Росія) – сплав на основі Au–Pd (60 % **Pd**, 10 % **Au**, за масою). Сплав використовують для виробництва металокерамічних зубних протезів.

М–Паладор (Сербія) – сплав на основі Au–Ag–Pd. Сплав не містить **Ni**, **Be**, **Cd** і використовується для виробництва незнімних протезів.

Стабілор–G, Стабілор–GL (Німеччина) – надтверді золото-паладієві сплави зі зменшеним вмістом **Au**. Сплави використовують для виробництва коронок і мостоподібних протезів.

14.1.4 Срібні сплави. Чисте срібло, як і золото, для зубних протезів непридатне. Це зумовлено тим, що при контакті зі слиною і окисленні срібла у ротовій порожнині утворюються хімічні сполуки **Ag**, які не завжди сприятливо впливають на організм пацієнта. Тому у стоматологічній ортопедії використовують вироби виключно зі сплавів срібла.

Стоматологічні сплави на основі **Ag** містять значну кількість (13 ... 25 %, за масою) **Pd** – основного легувального компонента. У зв'язку з цим, дані сплави називають ще й срібно-паладієвими сплавами (СПС).

За фізико-механічними властивостями СПС подібні золотим, але поступаються їм корозійною стійкістю, темніють при контакті зі слиною, що має кислотні властивості.

Вироби із СПС використовують для протезування вкладками, коронками та мостоподібними протезами. Хімічний склад срібно-паладієвих сплавів наведено в таблиці 14.4.

Таблиця 14.4 – Хімічний склад срібно-паладієвих сплавів

Сплав	Мінімальна масова частка благородних металів, %	Масова частка благородних металів, % (не менше)	
		Pd	Ag
Пд-250	97,6	24,5	72,1
Пд-190	97,5	18,5	78,0
Пд-150	99,6	14,5	84,1
Пд-140	64,4	13,5	53,9

Срібно-паладієві сплави у невеликій кількості містять **Zn** і **Cd** в якості легувальних елементів. Для підвищення ливарних властивостей у сплави додають **Au**.

У порожнині рота СПС не створюють значних мікрострумів як між собою, так і у поєднанні з золотими сплавами. У той же час, використання СПС спільно з неіржавкими сталями неприпустимо, оскільки у порожнині рота вони утворюють гальванічний елемент, що створює умови для появи хронічної інтоксикації організму пацієнта.

Фізико-механічні та технологічні властивості СПС у значній мірі залежать від стабільності їх складу. Із вигоранням **Zn** і **Cd** зі сплаву при його переплавленні підвищується температура плавлення сплаву, погіршуються технологічні та ливарні властивості. Із цієї причини при переплавленні первинного ("свіжого") СПС не рекомендується використовувати більше 50 % (за масою) власного звороту.

14.1.5 Стоматологічні сплави на основі благородних металів для виготовлення металокерамічних виробів. Використання фарфору при

стоматологічному протезуванні дозволило отримати металокерамічні протези, які поєднують високі естетичні властивості фарфору з високими фізико-механічними властивостями металу.

Для реалізації даної технології використовують стоматологічні сплави з високою температурою плавлення, які утворюють із фарфором міцні механічні з'єднання та не змінюють його колір і відтінок у порожнині рота.

До числа металевих матеріалів, які використовують для виробництва металокерамічних протезів відносяться, наприклад, сплави на основі благородних і дорогоцінних металів, хімічний склад яких наведено в таблиці 14.5.

Таблиця 14.5 – Хімічний склад сплавів для металокерамічних протезів

Сплав	Масова частка, %						
	Au	Pd	Ag	Sn	In	Pt	Fe
Камеолит	0,95	49,95	42,20	6,66			
Керамко білий	50,09	30,28	14,73	2,26	2,34		
Камео	51,5	29,5	12,1		6,8		
Вівостар	54,2	25,4	15,7	4,6			
Керамко I	87,7	4,6	1,0		0,6	6,1	0,2
Керамко II	84,0	2,0	2,7	0,4	0,5	10,0	0,4

Недоліками більшості сплавів на основі благородних і дорогоцінних металів є їх висока вартість та низька міцність з'єднання з фарфоровим покриттям. Для підвищення міцності зчеплення з фарфором на поверхню металевого каркасу наносять адгезивний шар, що не тільки ускладнює технологію виробництва зубного протеза, а й збільшує його вартість.

14.2 Сплави на основі неблагородних металів

Із числа стоматологічних сплавів, сплави на основі дорогоцінних і благородних металів характеризуються найбільш високими ливарними властивостями і найбільшою корозійною стійкістю, але за міцністю і пружністю поступаються сплавам неблагородних металів.

14.2.1 Титанові сплави. Із числа титанових сплавів для лиття коронок, мостоподібних протезів, каркасів дугових (бюгельних), шинуючих протезів і металевих базисів використовують в основному титановий сплав VT5Л. Високий вміст **Ti** (~95 %, за масою) у сплаві VT5Л робить його абсолютно токсикологічно інертним до тканин порожнини рота, забезпечує повну відсутність токсичного, термоізолюювального й алергічного впливу на організм, зберігає у пацієнта дикцію та сприйняття смаку споживаної їжі. Високі ливарні властивості сплаву VT5Л дають можливість виготовлення із нього тонкорельєфних ажурних виробів із виключно високим ступенем повторення найдрібніших деталей рельєфу протезного ложа, що забезпечує швидке і легке звикання пацієнта до протеза.

Литі вкладки (мікропротези) із титанових сплавів використовують для вирішення цілого ряду стоматологічних задач, у числі яких: відновлення анатомічної форми групи жувальних зубів, попередження виникнення вторинного карієсу, забезпечення динаміки правильного формування зубних рядів тощо.

14. СПЛАВИ ДЛЯ ВИРОБІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОРТОПЕДІЇ

Основним недоліком литих титанових виробів є їх виключно висока вартість, зумовлена складністю технології виробництва та необхідністю використання спеціального плавильно-заливального обладнання для отримання якісних виливків.

14.2.2 Сплави на основі заліза (неіржавкі сталі). Для виробництва литих деталей у стоматологічній ортопедії використовують і високолеговані хромонікелеві сталі (неіржавкі сталі) марок 12X18H9Л і 20X18H9C2Л. Ці сталі характеризуються високими ливарними та фізико-механічними властивостями, відносно невисокою міцністю і корозійною стійкістю. Тому, найчастіше, натомість даних сталей використовують сплави серії Дентан (Дентан D, Дентан DM).

Сплави серії Дентан – це високолеговані хромонікелеві сталі, призначені для виготовлення литих одиничних коронок, а також литих коронок із пластмасовим облицюванням.

Хімічний склад сплавів Дентан наведено в таблиці 14.6.

Таблиця 14.6 – Хімічний склад сплавів Дентан

Сплав	Масова частка, %				
	Fe	Ni	Cr	Mo	Інші
Дентан D	52	21	23		4
Дентан DM	44	27	23	2	4

Сплави Дентан добре піддаються механічній обробці, характеризуються високою пластичністю та корозійною стійкістю, мають відносно невелику лінійну усадку, добру плинність, високі технологічні та споживчі властивості. При цьому, у порівнянні зі сплавом Дентан D, сплав Дентан DM, за рахунок легування **Mo**, значно міцніше.

14.2.3 Сплави на основі кобальту. Стоматологічні сплави на основі кобальту містять значну кількість (23 ... 29 %, за масою) **Cr** – основного легувального компонента, тому такі кобальтові сплави називають ще й кобальтхромовими сплавами (КХС).

Основу стоматологічних КХС складають **Co**, **Cr** і **Ni**, сумарний масовий вміст яких у сплаві має бути щонайменше 85 %. Такий вміст **Co**, **Cr** і **Ni** у КХС попереджає їх корозію у порожнині рота, забезпечує виробам високу твердість і міцність.

У стоматологічному протезуванні КХС – одні із найбільш затребуваних. У даний час тільки із КХС можливо виготовити суцільнолитий зубний протез будь-якої конструкції. Хімічний склад деяких вуглеводісних КХС наведено в таблиці 14.7.

Таблиця 14.7 – Хімічний склад кобальтхромових сплавів

Сплав	Масова частка, %									
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Co	Mo	Fe	W	Al
ЛК-4	0,25	0,5	0,6	25,0-28,5	3,00-3,75	40,10-51,5	4,5-5,5	0,50	0,5	
КХС	0,25	0,5	0,6	25,0-28,0	3,00-3,75	62,00	4,4-5,5	0,50-0,60		
Візіл	0,35	0,4	1,0	27,0		66,20	4,55	0,50		
Віптам	0,10	1,1	0,7	28,5	4,00	65,60				
Віріліум	0,12	0,3	0,6	24,1	1,40	66,42	5,3	0,56	1,0	0,2
Віталліум	0,40	0,3	0,5	30,8		62,20	5,1	0,70		

Стосовно до лиття для стоматологічної ортопедії КХС прийнято поділяти за температурою плавлення на два типи – сплави з температурою плавлення нижче за 1316 °С і вище за 1316 °С. Такий розподіл КХС на групи зумовлено тим, що на відміну від першої групи, для виготовлення виливків із другої групи КХС не можна використовувати формувальні суміші на гіпсовій основі.

Кобальтхромові сплави обох груп характеризуються високими фізико-механічними властивостями, відносно малою питомою щільністю та доброю рідкоплинністю. Це дозволяє виготовляти із КХС ажурні зуботехнічні вироби з високими міцністю, твердістю, пружністю, низькою зношуваністю та дзеркальною поверхнею після полірування.

Кобальтхромові сплави не схильні до ліквідації, витримують нагрівання до 200 °С без зміни структури вилівки. Коефіцієнт умовно вільної лінійної усадки КХС складає 1,8 ... 2,0 %.

Стоматологічні КХС, які використовують для протезування, не повинні містити більше 29 % **Cr**, щоб уникнути появи у сплавах крихкої σ -фази та різкого зниження їх ливарних властивостей. Для підвищення міцності у КХС із вмістом **C** = 0,2 ... 0,3 % додатково вводять 4 ... 6 % **Mo** і 1 ... 2 % **Nb**. Збільшення вмісту **C** від оптимального значення призводить до підвищення твердості та крихкості КХС, зменшення – знижує плинність і межу міцності на розрив. У той же час наявність **C** у сплаві знижує його температуру ліквідації і підвищує його рідкоплинність. Із метою підвищення рідкоплинності у КХС також додатково вводять малі добавки **Si**, **Mn**, **N**.

До числа вуглевісних безнікелевих сплавів відносяться КХС серії Бюгодент (Німеччина), визнані повністю відповідними медичним стандартам європейських країн. Вони мають питому щільність при 20 °С близько 8350 кг/м³, твердість (за Брінеллем) – 360 ... 400 НВ, $t_L \sim 1400$ °С. Первинні сплави Бюгодент виплавляють в умовах вакууму.

Бюгодент CCS vac (м'який) вміщує ~0,2 % **C**, 63 % **Co**, 28 % **Cr**, 5 % **Mo**.

Бюгодент CCN vac (нормальний) вміщує ~0,4 % **C**, 65 % **Co**, 28 % **Cr**, 5 % **Mo** і характеризується високими властивостями пружності та міцності, задовільною механічною оброблюваністю.

Бюгодент CCC vac (мідь) вміщує ~0,4 % **C**, 63 % **Co**, 30 % **Cr**, 5 % **Mo**, невелику кількість **Cu** і характеризується високими властивостями пружності та міцності, доброю механічною оброблюваністю.

Бюгодент CCH vac (твердий) вміщує ~0,5 % **C**, 63 % **Co**, 30 % **Cr**, 5 % **Mo**, 2 % **Nb** і характеризується високими властивостями пружності та міцності.

У складі сплаву Бюгодент CCL vac (рідкий), крім 63 % **Co**, 28 % **Cr**, 5 % **Mo**, також присутні **B** і **Si**, що значно підвищує всі без винятку властивості сплаву, як стоматологічного ливарного матеріалу.

Область застосування виробів зі сплавів Бюгодент – литі бюгельні протези, кламмери, шинуючі апарати.

Присутність вуглецю у КХС (див. таблицю 14.7) не дозволяє використовувати їх у виробництві металокерамічних виробів. Тому при протезуванні металокерамічними протезами використовують вироби із безвуглецевого КХС, наприклад, Віталліума або подібних йому сплавів (КХ-Дент, КХ-Дент CN, Целль-К і т.п.).

14. СПЛАВИ ДЛЯ ВИРОБІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОРТОПЕДІЇ

Завдяки хорошим ливарним і антикорозійним властивостям КХС використовують для виготовлення каркасів литих коронок, мостоподібних і дугових (бюгельних) протезів, знімних протезів із литими базами.

14.2.4 Сплави на основі нікелю. Стоматологічні сплави на основі нікелю містять до 25 % **Cr** (за масою) – основного легувального компонента. Тому такі високолеговані нікелеві сплави називають ще й нікельхромовими сплавами (НХС). На відміну від хромонікелевих сталей, НХС не містять **C**, у зв'язку з чим використовуються для виготовлення каркасів металокерамічних зубних протезів.

Окрім **Cr** до числа елементів НХС також входять (за масою) **Mo** (6 ... 11 %) і **Si** (1,5 ... 2 %). Із числа відомих НХС у даний час найбільш часто використовується Вірон-88 (Німеччина). До числа НХС також відносяться сплави НХ-Дент (Росія). Ці сплави характеризуються добрими ливарними властивостями, малим коефіцієнтом умовно вільної лінійної усадки та рекомендуються для виготовлення тонкостінних ажурних виливків.

Сплави НХ-Дент не містять **Be** (берилій – токсичний метал, що викликає у пацієнтів токсико-алергічні реакції) та **Ga** і призначені для виготовлення литих металевих каркасів та коронок із фарфоровим облицюванням та інших виробів із ситаловим покриттям. Вміст основних хімічних елементів у сплавах групи НХ-Дент наведено в таблиці 14.8.

Таблиця 14.8 – Вміст основних хімічних елементів у сплавах НХ-Дент

Сплав	Масова частка, %			
	Ni	Cr	Mo	Інші
НХ-Дент NS vac(м'який)	62	25	10	3
НХ-Дент NL vac(рідкий)	61	25	9,5	4,5

Примітка. Деякі НХ-Денти можуть вміщувати 1,5 ... 2,0 % **Si** (за масою).

Сплави НХ-Дент мають високу твердість і міцність, легко шліфуються та поліруються. Для виготовлення литих виробів з цих сплавів у складі шихти дозволяється використання до 30 % (за масою) звороту.

Згідно з міжнародними стандартами (ISO) сплави, які містять більше 1 % Ni (за масою), визнані токсичними.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Назвіть вимоги до ливарних сплавів, які використовують в ортопедичній стоматології.
2. Назвіть групи, в які об'єднані сплави для ортопедичної стоматології згідно з класифікацією ISO.
3. Яким вимогам повинен відповідати сплав для виготовлення металокерамічних протезів?
4. Дайте класифікацію сплавів для ортопедичної стоматології по механічним властивостям.

14. СПЛАВИ ДЛЯ ВИРОБІВ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОРТОПЕДІЇ

5. Дайте характеристику та приблизний хімічний склад сплавів на основі благородних і неблагородних металів, які використовують в ортопедичній стоматології.
6. Що є основою КХС та НХС?
7. Які метали заборонено для використання у складі сплавів для виробів ортопедичної стоматології?

RECOMMENDED BIBLIOGRAPHIC LIST FOR SECTION 14

Див. бібліографічний список наприкінці підручника: 201 ... 207