

Учебное пособие
для медицинских училищ и колледжей

Ю.В. Саватеев

ЗУБОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ С КУРСОМ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Министерство образования и науки РФ

Рекомендовано в качестве учебного пособия для использования в образовательном процессе образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования по специальности 31.02.05 «Стоматология ортопедическая» по ОП.02 «Зуботехническое материаловедение с курсом охраны труда и техники безопасности»



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Глава 1. Общие сведения	7
Глава 2. Основные свойства материалов.	9
Глава 3. Материалы для оттисков (слепков) и моделей	16
Кристаллизующиеся материалы	17
Гипс.	17
Преимущества и недостатки гипса	22
Применение гипса	22
Цинкоксидгваякольные пасты.	23
«Дентол-С»	23
«Репин»	24
Термопластические материалы	25
«Мастер».	26
«Стенс-03»	27
«Дентафоль»	28
«Стомапласт».	29
«Ортокор»	29
Эластичные оттискные массы	30
Альгинатные массы	30
УРЕЕН	31
Phase plus	32
Hydrogum	33
Orthoprint	34
Силиконовые оттискные материалы	34
«Сизэласт-69».	35
«Стомафлекс»	36
«ЗМ»	38
Speedex putty	39
Слепочные ложки	40
Zetaplus.	40
«Зетаплюс» корригирующая масса (Oranwash L)	41
Активатор (Indurent Gel).	41
Инструкция Oranwash VL / Oranwash L / Thixoflex M.	42
Глава 4. Моделировочные материалы	43
Воск базисный-02	46
«Церадент»	47
Базисные воски	48
Постановочный воск.	48
Воски бюгельные	49
Воски моделировочные для несъемных протезов и вкладок	51

Воски профильные	59
Воск липкий	64
Глава 5. Стоматологические пластмассы	67
Базисные пластмассы	68
Быстротвердеющие (самотвердеющие) пластмассы	72
Эластичные пластмассы	73
Пластмассы для искусственных зубов и мостовидных протезов. . .	75
«Синма-74»	76
«Синма-М»	77
«Этакрил-02»	78
«Фторакс»	80
Пластмасса бесцветная	81
«Протакрил-М»	81
«Редонт-Колир»	82
«Акрилоксид»	83
«ПМ-01»	84
«Эластопласт»	85
Zhermacryl H Plus	85
Villacryl STC	86
Villacryl SP	87
Глава 6. Искусственные зубы	89
Глава 7. Материалы для облицовки несъемных протезов	94
Duceram Plus	96
Noritake EX-3	99
Глава 8. Основные (конструкционные) металлы и сплавы	101
Благородные металлы и их сплавы	103
Неблагородные конструкционные металлы и их сплавы	105
Глава 9. Вспомогательные металлы и сплавы	111
ПСрМЦ-37	114
Сплав Мелота	115
Глава 10. Основные способы обработки металлов и сплавов	116
Глава 11. Вспомогательные материалы	119
Изолирующие (разделительные) материалы	120
Маскирующие материалы	122
Формовочные материалы	123
Материалы для дублирования гипсовых моделей	125
Материалы, применяемые для обработки, шлифовки и полировки протезов	126
Прочие вспомогательные материалы	129

Глава 12. Техника безопасности при работе с зуботехническими материалами	131
Производственные помещения	132
Вентиляция	134
Перечень инструкций по технике безопасности	136
Противопожарная безопасность	136
Высокочастотные литейные установки	137
Стоматологическая шлифмашина	138
Муфельная электропечь	140
Паяльный аппарат	141
Стоматологическая установка	143
Газовая горелка	144
Воскотопка	147
Микроmotor Marathon	148
Электропечь вакуумная «Аверон»	150
Триммер «Аверон»	151
Установка литейная полупроводниковая «Аверон»	153
Электрошпатель зуботехнический «Аверон»	154
Фрезер вертикальный для обработки моделей	156
Термопресс «Аверон»	157
Список использованной литературы	159



ОСНОВНЫЕ (КОНСТРУКЦИОННЫЕ) МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Металлы — вещества, обладающие рядом характерных качеств, или свойств. Все они, кроме ртути, в обычных условиях находятся в твердом состоянии, обладают хорошей тепло-, электропроводностью, повышенной пластичностью. Большинство металлов находится в природе в виде руд. Выделение металла из руды производят несколькими способами:

- восстановлением при нагревании;
- восстановлением под действием окиси углерода;
- восстановлением из солей действием другого, более активного металла;
- восстановлением методом электролиза.

Металлы делят:

- на черные и цветные;
- тугоплавкие и легкоплавкие;
- благородные и неблагородные.

Все они имеют кристаллическое строение.

В жидком состоянии атомы располагаются хаотически. При затвердевании образуется кристаллическая решетка, то есть происходит кристаллизация, протекающая через зарождение в жидком металле центров кристаллизации и рост их. Каждый центр имеет кристаллическую решетку, свойственную данному металлу. Чем больше образуется центров кристаллизации, тем менее выражена будет зернистость металла. При охлаждении после расплавления металл может сохранять жидкое состояние и при температуре ниже температуры плавления. Такое запаздывание кристаллизации называется переохлаждением, а разница между температурой кристаллизации и температурой плавления — степенью переохлаждения. Она различна у разных металлов. От степени переохлаждения зависит скорость роста кристаллов.

Металлические сплавы — макроскопические однородные системы, состоящие из двух или более металлов с характерными металлическими свойствами. В широком смысле сплавами называются любые однородные системы, получаемые сплавлением металлов, неметаллов, оксидов и органических веществ.

В отличие от металлов, в сплавах легче усиливать отдельные свойства. Этого достигают изменением соотношения между металлами, входящими в сплав. Некоторые металлы и сплавы в разных условиях могут существовать в различных кристаллических формах. Это свойство вещества называют **аллотропией, или полиморфизмом**. При затвердевании сплава могут образовываться три вида взаимодействия металлов, входящих в сплав:

- механическая смесь;
- твердый раствор;
- химическое соединение.

Механическая смесь. Получается при полной взаимной нерастворимости металлов, невозможности образовать химическое соединение. Металлы при этом сохраняют свою кристаллическую решетку. Пример механической смеси — легкоплавкие сплавы. Такие сплавы имеют четко выраженную температуру плавления, как правило, очень низкую. Они обладают хорошей жидкотекучестью.

Твердый раствор. Образуется при взаимной нерастворимости металлов. Это однородное вещество, в котором в кристаллическую решетку металла-растворителя входят атомы растворенного металла.

В межатомном пространстве размещаются неметаллы, например, углерод. Если такие сплавы охлаждать неправильно, могут получиться неоднородные кристаллы: первые будут иметь больше тугоплавкого компонента. Устраняют возникшую неоднородность или внутрикристаллическую ликвацию нагреванием сплава при определенной температуре.

К твердым растворам относят:

- золотые;
- золотоплатиновые;
- серебряно-палладиевые;
- хромоникелевые;
- кобальтохромовые и т.д.

Они имеют мелкозернистую структуру, обладают достаточной твердостью, хорошей пластичностью, ковкостью.

Химическое соединение. Возникает при сплавлении некоторых металлов с неметаллами. Для данного вида сплавов характерны повышенная твердость и хрупкость — свойства, которых не имели отдельные компоненты.

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

Рассеянные в природе металлы — золото, платина, палладий, серебро и др. — отличаются химической стойкостью, поэтому встречаются в виде самородков. Большинство из них имеют красивый вид, хорошо куются и штампуются.

Золото. Металл желтого цвета с ярким блеском. Плотность $19,32 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $1064 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость по Бринеллю — 18 кгс/мм^2 . В обычных условиях может соединяться с хлором и бромом. Не дает окалины даже при отжиге. Растворяется только в царской водке (3 части соляной кислоты и 1 часть азотной кислоты). Поскольку чистое золото имеет низкие механические показатели, применяют его сплавы с другими металлами. Показателем ценности сплавов, содержащих благородные металлы, служит проба. Известны три системы проб: русская (золотниковая), английская (каратная) и метрическая (десятичная). Химически чистое золото по русской системе равно 96-й пробе, по английской — 24 каратам, по метрической — 1000-й пробе. Примесь другого металла к золоту называется лигатурой, а сплав — лигатурным золотом. Сплавы, содержащие менее 5% платины и палладия, называют желтыми, содержащие большее количество платины и палладия, — белыми. В настоящее время чаще пользуются метрической системой проб. Например, сплав, содержащий 75% золота, обозначается как сплав 750-й пробы. Зубному технику не разрешается менять процентное содержание металлов в стандартных сплавах. В своей работе он может использовать только заводские заготовки из сплавов благородных металлов.

Платина. Металл серебристо-белый. Плотность — $21,5 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $1773 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость по Бринеллю — 50 кгс/мм^2 .

Это ковкий, тягучий металл, несмотря на большую, чем у золота, твердость. Платина обладает ничтожной усадкой. Не соединяется с кислородом, даже в раскаленном состоянии. В чистом виде применяется для получения фольги. Входит в золотые сплавы для улучшения антикоррозийных свойств и повышения твердости. Сплав имеет высокую жидкотекучесть, хорошо обрабатывается, прочный. Несмотря на наличие в сплаве тугоплавкой платины, он расплавляется паяльным аппаратом, дающим температуру до $1200 \text{ }^\circ\text{C}$. Это объясняется в первую очередь тем, что такой сплав относится к твердым растворам.

Серебро. Металл белого цвета с голубоватым оттенком. Плотность — $10,5 \text{ кг/см}^3$. Температура плавления $960 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость его по Бринеллю 26 кг/мм^2 . Очень пластичный металл, легко обрабатывается любым способом.

Серебро реагирует с сероводородом, поваренной солью, поэтому в чистом виде для зубных протезов не применяется, входит в состав золотых сплавов и припоев для паяния.

Палладий. Металл серебристо-белого цвета. Плотность — 12 г/см³. Температура плавления — 1555 °С. Твердость по Бринеллю — 49 кгс/мм², легко поддается ковке. Химически стойкий металл. С кислотой реагирует только при температуре 700–900 °С. Обладает большой растворяющей способностью к водороду, поэтому используется как катализатор. В серебряно-палладиевых сплавах ЦД-190 и ПД-250 палладия содержится 19 и 25% соответственно. Основной компонент в них — серебро. Однако эти сплавы имеют большую литейную усадку, низкую жидкотекучесть. Устойчив против коррозии, в полости рта находится в пассивном состоянии.

Стоматологические сплавы золота по стандарту ISO 1512 и АДА (Американская стоматологическая ассоциация) делятся по составу и свойствам на четыре типа.

1. Минимальное содержание золота и металлов платиновой группы 83% — мягкий.
2. Минимальное содержание золота и металлов платиновой группы 78% — средний.
3. Минимальное содержание благородных металлов не менее 78% — твердый.
4. Содержание благородных металлов не менее 75% — сверхтвердый.

В отечественной ортопедической практике применяют сплавы 900-й пробы. В сплаве ЗлПлСрМ 750–90–80, который по свойствам относится ко второму типу, содержится 75% золота, 9% платины, 8% серебра и 8% меди. Поставляется в виде проволоки диаметром 1,0; 1,2; 1,4; 3,0 мм, в мотках с массой одного отрезка 100 г. Они используются для изготовления кламмеров и подвергающихся большой нагрузке каркасов бюгельных протезов. Данный сплав не подлежит обработке давлением, его лютуют. Детали, приготовленные из такого сплава, хорошо пружинят и имеют достаточную твердость. Серебро, введенное в сплав, понижает температуру его плавления.

Сотрудниками Московского медицинского стоматологического института совместно с НИК «Суперметалл» был разработан, изучен и промышленно освоен новый стоматологический сплав на основе золота 750-й пробы, получивший название «Супер-ТЗ», который по своим качественным характеристикам соответствует 3-му типу международного стандарта.

Дорогие, тяжелые конструкции протезов из сплавов 4-й группы в нашей стране довольно удачно заменяют прочными, легкими каркасами из кобальтохромового сплава, которые технически возможно позолотить методом гальванопластики.

НЕБЛАГОРОДНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

На свойствах сплава, его «поведении» на этапах изготовления протеза и при пользовании последним сказывается качество проведения технологического процесса. Свойства неблагородных конструкционных сплавов в большей степени зависят от вида, процентного содержания элементов, входящих в сплав. Вещества, которые добавляют для исправления тех или иных свойств сплава в нужном направлении, называются легирующими, а сам сплав — легированным. В первую очередь характеристику того или иного конструкционного материала данной группы определяют следующие материалы:

- железо;
- хром;
- никель;
- кобальт;
- молибден;
- марганец.

Железо

Металл синевато-серебристого цвета. Плотность — $7,2 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $1535 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость по Бринеллю — 65 кгс/мм^2 . Мягкий, пластичный материал. Химически очень активный, может вступать в химические соединения с углеродом. Сплав железа, содержащий от 4,5 до 1,7% углерода, называется чугуном, от 1,7 до 0,1% — сталью. В виде оксидов железо применяют для изготовления полировочных паст.

Хром

Белый с синеватым оттенком металл. Плотность — $7,2 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $1910 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость по Бринеллю — 450 кгс/мм^2 . Хром обладает твердостью, равной твердости корунда, а последний уступает по твердости лишь алмазу. Хром имеет малую усадку. В полости рта не изменяется. В чистом виде применяется для хромирования инструментов, входит в состав нержавеющей хромоникелевой стали и кобальтохромового сплава. Придает им устойчивость к коррозии и твердость. Например, чтобы сталь стала нержавеющей, требуется 11–13% хрома. Для полной гарантии его вводят, как правило, 18%. Отрицательные качества хрома, в том числе чрезмерную твердость, исправляют другими металлами. В виде оксидов хром применяют для приготовления полировочных паст.

Никель

Серебристо-белый металл. Плотность — $8,9 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $1455 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость по Бринеллю — 70 кгс/мм^2 . Имеет очень маленькую усадку. В чистом виде применяют для покрытия инструментов защитной пленкой. Сплав никеля с хромом (нихром) используют для изготовления электронагревательных приборов, применяемых в зуботехнической лаборатории. В состав стали входит в количестве 8–10%, придавая ей дополнительные антикоррозийные свойства. Смягчает негативные качества хрома.

Кобальт

Белый с красноватым оттенком металл. Плотность — $8,8 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $1490 \text{ }^\circ\text{C}$. Твердость по Бринеллю — 124 кгс/мм^2 . Это твердый и наряду с этим ковкий, тягучий металл. В обычных условиях, на воздухе он не окисляется. При нагревании до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ покрывается оксидной пленкой. В растворах кислот медленно растворяется. Входит в сплавы, придавая им высокие механические качества.

Молибден

Светло-серый металл. Плотность — $10,2 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $2620 \text{ }^\circ\text{C}$ (самая высокая из всех металлов, применяемых для зуботехнических целей). Твердость по Бринеллю — 155 кгс/мм^2 . На воздухе, в щелочах и некоторых кислотах устойчив против окисления. Растворяется в азотной кислоте и царской водке. Входит в состав кобальтохромового и подобных ему сплавов, улучшая их межкристаллическую структуру.

Марганец

Серебристо-белый металл. Плотность — $2,3 \text{ г/см}^3$. Температура плавления — $1215 \text{ }^\circ\text{C}$. При комнатной температуре, на воздухе не окисляется. При нагревании реагирует с кислородом, углеродом, азотом, серой. Легко растворим в соляной и разбавленной серной кислотах. Введенный в сплав, уменьшает содержание в нем серы, раскисляет сплав и повышает его износостойкость.

Нержавеющая хромоникелевая сталь

Нержавеющая хромоникелевая сталь — сплав, основные элементы которого — железо, хром, никель. Для обозначения марки стали применяют цифровые и буквенные обозначения, которые отражают вид и процентное содержание легирующего элемента.

— **1X18N9T (ЭЯ-1)**. Сталь этой марки содержит 0,1% углерода, 18% хрома, 9% никеля с добавлением титана. Это сплав блестящего цвета, плотностью около $7,6 \text{ г/см}^3$. Температура плавления около $1450 \text{ }^\circ\text{C}$. Из нее делают гильзы (заготовки) для штампованных коронок.

- **20X18H9T.** Состав: 0,20% углерода, 9% никеля, 18% хрома, 2,0% марганца, 1,0% титана, 1,0% кремния, остальное — железо.
- **25X18H102С.** Состав: 0,25% углерода, 10,0% никеля, 18,0% хрома, 2,0% марганца, 1,8% кремния, остальное — железо.

Применение. Из нержавеющей стали фабричным способом изготавливают:

- зубы стальные (боковые верхние и нижние) для паяных несъемных зубных протезов;
- каркасы стальные для изготовления мостовидных протезов с последующей их облицовкой полимером;
- проволоку диаметром от 0,6 до 2,0 мм.

Свойства. Легирование некоторыми элементами (никель, титан, марганец, кремний и др.) улучшают технологические и коррозионные свойства сплавов.

- Углерод — придает твердость, хрупкость, увеличивает способность к коррозии.
- Хром — придает устойчивость против окисления и коррозии, повышает твердость сплава, упругость, уменьшает его пластичность, вязкость и хрупкость. Является растворителем азота и обеспечивает необходимую его концентрацию в стали.
- Никель — повышает пластичность, ковкость, вязкость, прочность, улучшает антикоррозионные свойства, снижает коэффициент линейного расширения сплава.
- Титан — придает мелкозернистое строение стали, уменьшает хрупкость, устраняет склонность стали к межкристаллической коррозии.
- Кремний — придает сплаву жидкотекучесть, более однородную структуру, улучшает его литейные свойства, повышает вязкость и упругие свойства стали.
- Марганец — повышает прочность и твердость стали, снижает пластические свойства, улучшает показатели жидкотекучести, является хорошим поглотителем, снижает температуру плавления и способствует удалению вредных серных соединений в сплаве, обеспечивает необходимую концентрацию азота в стали.
- Азот — повышает коррозионную стойкость, твердость; обеспечивает большой потенциал деформационного упрочнения, улучшает характеристики упругости, что обеспечивает стабильность сохранения формы в тонких ажурных конструкциях.

Температура плавления нержавеющей стали составляет 1460–1500 °С. Для ее паяния используют серебряный припой.

Для литых зубов применяют сталь марки ЭИ-95, в которой до 2,5% увеличено содержание кремния, улучшающего жидкотекучесть и жаростойкость сплава.

Нержавеющая сталь хорошо штампуются, паяется, мало истирается. После тщательной полировки приобретает металлический блеск с синеватым отливом. Под влиянием механических воздействий сталь теряет мелкозернистую структуру, образуя «наклеп». Для возвращения стали первоначально заданных свойств ее подвергают термической обработке при температуре 1050–1100 °С. Однако сталь имеет и существенные недостатки: абсолютно не соответствует цвету естественных зубов, имеет большую (3–5%) усадку и высокую температуру плавления.

В настоящее время взамен литейной нержавеющей стали выпускают хромированный сплав «Дентан» с уменьшенным содержанием железа и повышенным содержанием никеля в четырех модификациях. Температура плавления от 1200 до 1380 °С.

С целью облегчения работы специалистов производят заготовки или полуфабрикаты из нержавеющей стали. Диаметр гильз от 6 до 18 мм. Размеры меняются через 0,5 мм. Упаковка — коробки по 100 штук единого размера. Толщина гильз:

- для «постоянных» коронок — 0,25–0,27 мм;
- для «временных» коронок, применяемых в ортодонтии, гильзы делают толщиной 0,17–0,19 мм.

Ортодонтическую проволоку поставляют в мотках по 5 м длиной, диаметром 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2 мм. Кламмерные заготовки (кламмеры) имеют длину 27 мм (для передних) и 32 мм (для боковых зубов), диаметр 1,0 и 1,2 мм. Упакованы по 250 штук. Металлические блоки для литейных работ весят 30 и 50 г.

Кобальтохромовые сплавы

Основу кобальтохромового сплава составляют кобальт, хром и никель. С целью улучшения структуры сплава и его свойств добавляют легирующие элементы:

- молибден;
- марганец;
- железо;
- вольфрам.

Кобальтохромовый сплав имеет в среднем плотность 8,3 г/см³, температуру плавления 1400 °С, твердость по Бринеллю 370 кгс/мм². Усадка кобальтохромового сплава колеблется в пределах 1,8–2,0%. Сплав прочный, обладает хорошей текучестью, хорошо штампуются,

паяется припоем типа припоя Цитрина и припоем для золотых сплавов. Полированная поверхность в обычных условиях не тускнеет. Сплав не корродируется. Кобальтохромовый сплав легче золотоплатинового в 2,5 раза и тверже хромоникелевой стали примерно в 1,5 раза. Эти качества, дополненные хорошей текучестью, в расплавленном состоянии позволяют создавать легкие, ажурные детали. Применяется для изготовления каркасов бюгельных протезов различной сложности, съемных (шинирующих конструкций) и других протезов и аппаратов. Кобальтохромовый сплав выпускается в виде десятиграммовых заготовок, упакованных в пачки по 15 штук. Для изготовления стандартных деталей зубных протезов кобальтохромовый сплав не используют из-за большой твердости и трудностей припасовки. Как и нержавеющая, хромоникелевая сталь, кобальтохромовый сплав не соответствует цвету естественных зубов. Изделия из кобальтохромового сплава трудно полируются механическим способом, для придания им зеркального блеска требуется электрополировка.

Учитывая отрицательные качества применяемых в ортопедической стоматологии основных или конструкционных сплавов, идет постоянный поиск новых материалов. В настоящее время созданы сплавы, имеющие меньшую усадку, повышенную удельную прочность, химическую стойкость к многим агрессивным средам и биологическую инертность в полости рта. К таким материалам относятся сплавы на основе титана ВТ5Л и ВТ1-00 (Г.И. Рогожников, Пермь).

Сплавы титана

Свойства. Сплавы титана обладают высокими технологическими и физико-механическими свойствами, а также биологической инертностью. Температура плавления титанового сплава составляет 1640 °С. Изделия из титана обладают абсолютной инертностью к тканям полости рта, полным отсутствием токсического, термоизолирующего и аллергического воздействия, малой толщиной и массой при достаточной жесткости базиса благодаря высокой удельной прочности титана, отличаются высокой точностью воспроизведения мельчайших деталей рельефа протезного ложа.

ВТ1-00 листовой используется для изготовления штампованных коронок (толщина 0,14–0,28 мм), штампованных базисов (0,35–0,4 мм) съемных протезов. ВТ5Л литьевой используется для изготовления литых коронок, мостовидных протезов, каркасов бюгельных шинирующих протезов, литых металлических базисов.

С целью придания протезам лучших декоративных свойств предложены материалы, внешне имитирующие протезы из золотых сплавов. В качестве защитно-декоративного покрытия используют нитрид-

титановые и титан-циркониевые соединения, напыленные в вакууме на протез из стали или кобальтохромового сплава. Несмотря на повышенную износостойкость, индифферентность к биологическим средам, эти материалы не решают одну из главных задач зубного протезирования — восстановление эстетической нормы.

Данная задача может быть почти полностью и достаточно успешно решена, если в одной конструкции протеза соединить эстетичную пластмассу или керамику с прочными металлическими сплавами. Соединение, например, фарфоровой массы, восстанавливающей в полном объеме эстетические нормы, с металлической основой, заключенной внутри протеза, достигается главным образом путем спекания их в вакууме во время обжига фарфора.

Сплавы для металлокерамических и металлопластмассовых протезов

Требования к материалам, применяемым в качестве основы:

- достаточная прочность;
- хорошие литейные качества;
- температура плавления выше температуры обжига облицовочной массы;
- коэффициент термического расширения, равный или близкий к таковому у керамической массы;
- хорошее сцепление с фарфором.

В настоящее время возможно применение более 100 различных видов сплавов, относящихся к трем группам:

- благородные;
- полублагородные (с низким содержанием золота);
- неблагородные.