

● Учебник
● для медицинских училищ и колледжей

М.Л. Миронова, Т.М. Михайлова

ЗУБОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ С КУРСОМ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Рекомендовано в качестве учебника 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»
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	7
Введение.....	8
Исторический обзор	9
Глава 1. Организация зуботехнической лаборатории	14
1.1. Оснащение и оборудование зуботехнической лаборатории... 15	15
1.1.1. Основные производственные помещения	15
1.1.2. Специальные производственные помещения	21
Глава 2. Охрана труда и техника безопасности в зуботехнической лаборатории	31
2.1. Санитарно-эпидемический режим для зуботехнических лабораторий	31
2.2. Техника безопасности при работе в зуботехнической лаборатории	43
2.3. Вредные факторы в работе зубных техников	43
Глава 3. Основные свойства зуботехнических материалов.....	52
3.1. Механические свойства	55
3.2. Технологические свойства	59
3.3. Физические свойства	61
3.4. Химические свойства	65
3.5. Биологические свойства.....	68
Глава 4. Оттисковые (слепочные) материалы	70
4.1. Классификация оттисковых материалов.....	72
4.2. Твердокристаллические оттисковые материалы	74
4.2.1. Гипс	74
4.2.2. Цинкоксидэвгеноловые оттисковые материалы.....	81
4.2.3. Цинкоксидгваяколовые оттисковые материалы.....	83
4.3. Эластичные оттисковые материалы.....	84
4.3.1. Гидроколлоидные (агаровые) оттисковые материалы... 84	84
4.3.2. Альгинатные оттисковые материалы	86
4.3.3. Тиоколовые (полисульфидные) оттисковые материалы	89
4.3.4. Силиконовые оттисковые материалы.....	91
4.3.5. Полиэфирные оттисковые материалы	98
4.4. Термопластические оттисковые материалы	101
Глава 5. Моделировочные материалы	108
5.1. Воски	109
5.1.1. Животные воски	110
5.1.2. Растительные воски	111

5.1.3. Минеральные воски	113
5.1.4. Синтетические воски	115
5.2. Восковые композиции (смеси)	115
Глава 6. Пластмассы	131
6.1. Классификация пластмасс	133
6.2. Технология применения базисных пластмасс горячего отверждения	136
6.2.1. Ошибки при нарушении замешивания и режима полимеризации базисных пластмасс	140
6.2.2. Литьевое прессование пластмасс	143
6.2.3. Базисные пластмассы горячей полимеризации.	145
6.2.4. Пластмассы горячей полимеризации, применяемые в несъемном протезировании	148
6.2.5. Пластмассовые искусственные зубы	151
6.3. Технология применения пластмасс холодного отверждения (самотвердеющие или быстротвердеющие пластмассы)	153
6.3.1. Режим полимеризации пластмасс холодного отверждения	154
6.3.2. Пластмассы холодной полимеризации	154
6.4. Эластичные пластмассы	158
6.4.1. Эластичные пластмассы горячей вулканизации	159
6.4.2. Эластичные пластмассы холодной вулканизации.	160
6.5. Полиамидные (нейлоновые) базисные материалы	163
6.6. Полипропиленовые базисные материалы	165
6.7. Этиленвинилацетатные базисные материалы	167
6.8. Полиуретановые базисные материалы.	168
6.9. Базисные материалы на основе полиоксиметилена	170
6.10. Композиционные материалы	172
6.10.1. Требования, предъявляемые к композиционным материалам	173
6.10.2. Классификация композиционных материалов	174
6.10.3. Вспомогательные композиционные полимеры.	177
6.10.4. Основные (конструкционные) композиты	179
Глава 7. Металлы и сплавы металлов	185
7.1. Общая характеристика металлов.	185
7.1.1. Строение металлов	185
7.2. Общая характеристика сплавов металлов	187
7.3. Классификация металлов и сплавов	189

7.4. Свойства металлов и сплавов	190
7.4.1. Физические свойства металлов и сплавов	191
7.4.2. Механические свойства металлов и сплавов	192
7.4.3. Химические свойства металлов и сплавов	194
7.4.4. Технологические свойства металлов и сплавов	196
7.5. Металлы и сплавы, применяемые в ортопедической стоматологии	200
7.5.1. Требования к металлам и сплавам, применяемым в ортопедической стоматологии	200
7.6. Благородные металлы и их сплавы	200
7.6.1. Золото и его сплавы	200
7.6.2. Платина	205
7.6.3. Серебро	206
7.6.4. Палладий и его сплавы	208
7.7. Неблагородные металлы и их сплавы	210
7.7.1. Нержавеющая сталь	214
7.7.2. Кобальтохромовые сплавы	218
7.7.3. Никелехромовые сплавы	224
7.7.4. Титан и его сплавы	227
7.8. Способы обработки сплавов, применяемых в ортопедической стоматологии	235
Глава 8. Стоматологический фарфор (керамика)	250
8.1. Общие сведения	250
8.1.1. Свойства стоматологического фарфора (керамики)	253
8.1.2. Работа с керамической массой	258
8.1.3. Принцип послойного нанесения керамической массы	261
8.1.4. Стандартные искусственные фарфоровые зубы	265
8.2. Стеклокерамика (безметалловая керамика)	267
8.3. Ситаллы	272
8.4. Диоксид циркония	274
Глава 9. Абразивные материалы и инструменты	281
9.1. Абразивные материалы	281
9.1.1. Натуральные (природные, или естественные) абразивные материалы	282
9.1.2. Искусственные абразивные материалы	285
9.2. Абразивные инструменты	291
9.3. Обработка зубных протезов	295
9.4. Полировочные средства	299

Глава 10. Вспомогательные материалы	304
10.1. Дублирующие материалы	304
10.1.1. Гидроколлоидные массы	305
10.1.2. Гели для дублирования	306
10.1.3. Силиконовые дублирующие материалы	308
10.2. Формовочные материалы	311
10.2.1. Гипсовые (сульфатные) формовочные материалы	312
10.2.2. Фосфатные формовочные материалы	313
10.2.3. Силикатные формовочные материалы	314
10.3. Легкоплавкие сплавы	317
10.4. Отбелы	320
10.5. Флюсы	322
10.6. Изолирующие (разделительные) материалы и лаки	324
10.6.1. Покрывные лаки	328
10.6.2. Компенсационные лаки	330
10.7. Другие вспомогательные материалы	332
Тестовые задания	337
Ответы на тестовые задания	360
Список литературы	361
Предметный указатель	365

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CAD/CAM	— компьютерное моделирование/компьютерное фрезерование
KXC	— кобальтохромовый сплав
ОТ	— охрана труда
ТБ	— техника безопасности
УФ	— ультрафиолетовый

ВВЕДЕНИЕ

Материаловедение — это прикладная наука, изучающая состав, структуру, свойства и поведение материалов в зависимости от воздействия окружающей среды и изменение их свойств на технологических этапах.

Раздел материаловедения, изучающий материалы, применяемые в ортопедической стоматологии, называется **зуботехническим материаловедением**. Главная задача зуботехнического материаловедения — изыскание таких материалов, которые обладали бы высокими физико-химическими, биологическими и механическими свойствами.

С развитием науки и техники изменилась технология изготовления зубных протезов, появились новые материалы, повысились функциональные и эстетические возможности зубного протезирования.

На современном этапе уровень ортопедической стоматологической помощи населению в значительной степени зависит не только от квалификации и качества подготовки врача-стоматолога, но и от профессиональных компетенций зубного техника. Основными критериями, определяющими компетентность будущего зубного техника, являются умение пользоваться различными материалами, знание их физических, механических и химических свойств, возможность управлять различными реакциями в процессе изготовления протезов.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

История зуботехнического материаловедения напрямую связана с развитием зубного протезирования и уходит корнями в глубокую древность.

Первыми материалами для изготовления зубных протезов были дерево, кости и зубы животных, а позднее и зубы, взятые от человеческих трупов (рис. 1).

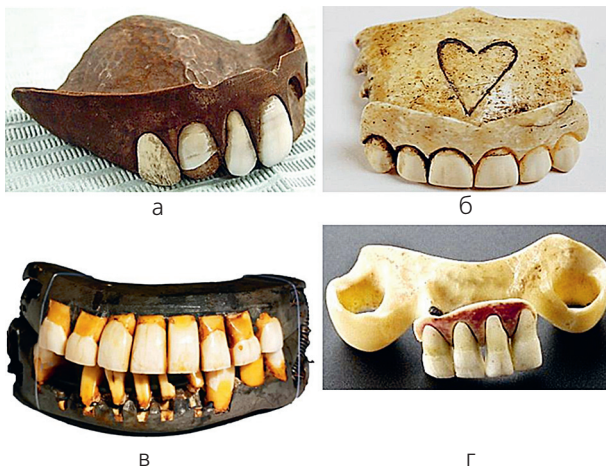


Рис. 1. Зубные протезы: а — деревянный японский протез; б — протез из моржового клыка; в — протез с зубами из слоновой кости; г — протез из кости бегемота с человеческими зубами

В XVIII в. начинается совершенствование зубного протезирования. Он знаменуется также рядом изобретений в области зубопротезной техники. В 1721 г. Готфрид Пурман начал использовать воск для снятия оттисков, в 1756 г. Филипп Пфафф — применять гипс для отливки модели, в 1805 г. парижский зубной врач Гарио изобрел гипсовый окклюдатор.

XVIII в. ознаменовался также другими изобретениями, которые имели большое значение для дальнейшего развития зубопротезирования. Французскому аптекарю Алексису Дюшато принадлежит идея применения фарфора для изготовления протеза (рис. 2), эта идея была реализована им вместе с хирургом Дюбуа де Шенаном.



Рис. 2. Фарфоровый зубной протез XVIII в.

Хейстер в 1781 г. начал изготавливать зубные протезы с металлической основой, облицованной розовой эмалью, имитирующей цвет десен.

В начале XIX в. были изобретены и усовершенствованы фарфоровые зубы. Изготовление фарфоровых зубов с металлическими штифтами (крапонами) было предложено итальянцем Джузеппе Фонци (рис. 3).

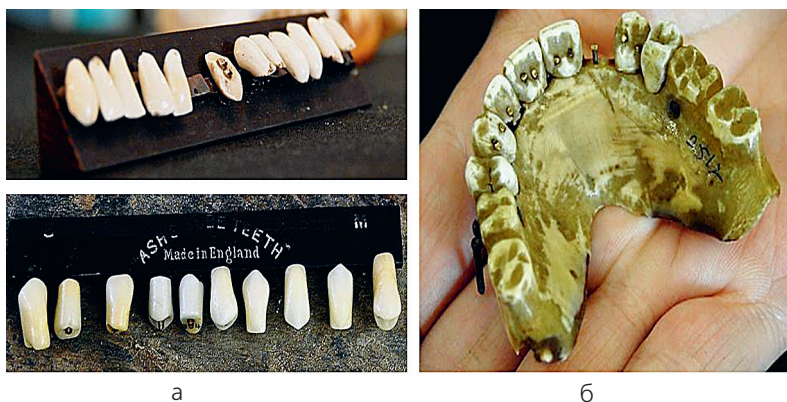


Рис. 3. Фарфоровые зубы с металлическими крапонами (а) и съемный протез с крапонными зубами (б) (XIX в.)

В 1820 г. М. Делабаром были изобретены оттисковые ложки (рис. 4). В 1840 г. для оттисков стали применять гипс, а в 1848 г. — гуттаперчу.



Рис. 4. Слепочные ложки XIX в.

Активное развитие протезирования началось только в конце **XIX в.**, когда стали появляться действительно современные протезы. Для замены золота как базиса для съемного протеза (рис. 5) стали применять каучук (рис. 6). Этот этап связан с изобретением в 1839 г. Чарлзом Гудьером способа вулканизации каучука. В зубном протезировании вулканизированный каучук был применен впервые в 1848 г., а в 1855 г. появился первый вулканизатор, его изобретателем был Петмен. Каучук почти в течение 100 лет применялся для изготовления базисов съемных протезов, пока ему на смену не пришли более гигиеничные, дешевые и удобные в технологии акриловые пластмассы.



Рис. 5. Съемные протезы с металлическим базисом (золото)

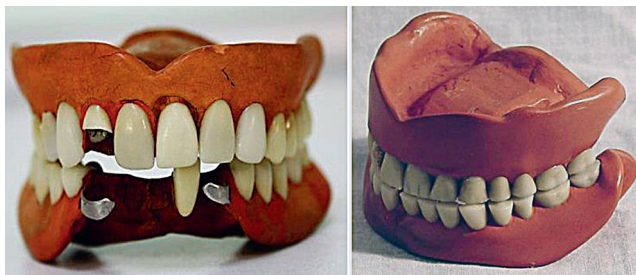


Рис. 6. Съемные протезы из каучука

Применение врачом Кассиусом Ричмондом золота и фарфора для изготовления комбинированных коронок и мостовидных протезов началось в 1880 г., несколько позднее (1884) в США врачом М. Логаном предложена комбинация «металл—фарфор».

В России развитие зубного протезирования началось с 1918 г. Начальный его период ознаменован следующими достижениями:

- 1920 г. — отечественные специалисты Д.Н. Цитрин и С.С. Асс предложили к внедрению в практику нержавеющей хромоникелевую сталь;
- 1928 г. — освоение отечественной промышленностью производства каучука для зубного протезирования;
- 1929 г. — изготовление из нержавеющей стали кламмеров и стандартных зубов, разработка технологии изготовления фарфоровых коронок, осуществление промышленного производства отечественных цементов (Ленинград);
- 1930 г. — появление первых отечественных фарфоровых зубов. Открыт завод зубоорудительных материалов в Харькове;
- 1931 г. — внедрение специального припоя для нержавеющей стали и его модификации (Цитрин Д.Н.);
- 1932 г. — для экономии золота Госпланом СССР разрешено применение нержавеющей стали для зубопротезирования; изобретение первого пластического материала для базисов протезов;
- 1933 г. — внедрение пластмассы «Трикаен» (Новик И.О.);
- 1938 г. — появление первой пластмассы акриловой (АКР) группы;
- 1940 г. — внедрение пластмассы на основе акриловых смол и виниловых соединений (Кипнис А.М.). А.А. Кругляков предложил агаровую гидроколлоидную массу, названную его именем;
- 1941 г. — внедрение в практику розовой пластмассы АКР-7 (Бынин Б.Н. и Шведов С.С.);
- 1943 г. — разработана пластмасса АКР-7 белого цвета с оттенками розового, что позволило заменить не только каучук, но и фарфор;
- 1945 г. — разработана и внедрена эластичная пластмасса АКР-9, в которой очень нуждалась послевоенная ортопедическая стоматология и особенно челюстно-лицевое протезирование.

Следующими достижениями были:

- внедрение быстротвердеющей пластмассы;
- использование золотоплатиновых сплавов;
- возвращение фарфора улучшенного качества;
- внедрение кобальтохромового сплава (КХС);
- применение сплавов и керамических материалов для металлокерамических протезов.

Большой вклад в различные периоды развития зуботехнического материаловедения внесли российские специалисты: В.Н. Батовский, М.М. Гернер, А.И. Дойников, М.Л. Моникян, М.А. Нападов, В.Н. Копейкин, В.Ю. Курляндский, И.И. Ревзин, Е.Н. Жулев, Е.И. Гаврилов, В.Н. Трезубов, В.Д. Сеницын и др.

ГЛАВА 1

Зуботехническая лаборатория и работа зубного техника — это важнейшие составляющие ортопедического отделения стоматологической поликлиники и ортопедического лечения стоматологических больных, поэтому лаборатория должна располагаться рядом с ортопедическими кабинетами.

В штате технической лаборатории имеется группа зубных техников из расчета 2–3 техника на одного врача — ортопеда-стоматолога. На каждые 10 должностей зубных техников должно быть не менее одной должности старшего зубного техника.

Для организации, планирования и контроля за качеством изготовления ортопедических аппаратов и протезов из числа квалифицированных зубных техников в каждой поликлинике, в которой по штатным нормативам предусмотрено не менее 15 должностей зубных техников, назначается заведующий лабораторией.

В лаборатории должны быть выделены помещения с учетом специфики условий работ на разных этапах изготовления протезов. Все производственные помещения зуботехнической лаборатории подразделяются на основные и вспомогательные.

Самостоятельными комнатами лаборатории являются: основная (заготовочная), гипсовочная, формовочная, полимеризационная, полировочная, паяльная и литейная. Допустимо объединение в одной комнате гипсовочной, формовочной и полимеризационной.

В настоящее время изготовление технологически однородных конструкций, выполняемых отдельными группами зубных техников, диктует необходимость организации нескольких основных помещений: для создания несъемных аппаратов и протезов, съемных пластиночных конструкций, ортодонтических аппаратов, металлокерамических и бюгельных протезов. Такая специализация основных лабораторий позволяет обеспечить эти помещения современным оснащением и оборудованием и способствует повышению производительности труда.

1.1. ОСНАЩЕНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ ЗУБОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1.1.1. ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

В основных производственных помещениях оборудованы рабочие места зубных техников и выполняется работа по изготовлению зубных протезов и аппаратов. В зависимости от количества зубных техников в штате лаборатории и выполняемых ими производственных программ может быть несколько основных помещений: основная или заготовочная комната, помещения для работы с драгоценными металлами, для работы с керамикой и металлокерамикой. При этом в каждом основном помещении допускается работа не более 10 зубных техников.

Основная, или заготовочная, комната предназначена для выполнения основных процессов по изготовлению зубных протезов (для моделирования, постановки зубов, обработки протезов и др.). Высота рабочего помещения должна быть не менее 3 м. На каждого работающего должно приходиться не менее 13 м³ объема производственного помещения и не менее 4 м² площади.

Главным оборудованием основных помещений зуботехнических лабораторий является *рабочее место* зубного техника, представляющее собой рабочий стол (рис. 1.1). Используются различные его модели,

они отличаются друг от друга материалом, из которого изготовлены (дерево, металл, пластик), а также элементами оснащения (аппаратура для удаления пыли, работы с газом, сжатым воздухом и др.). Так, размеры стола, выполненного из дерева, примерно $100 \times 80 \times 60$ см. Наружный край стола — с полукруглым вырезом. Рабочей частью зуботехнического стола является финагель (см. рис. 1.1), изготовленный из твердых пород деревьев (дуба, бука, пальмы, самшита), его толщина 1,5–2,0 см, длина 7–8 см. Он предназначен для упора при работе с гипсовыми моделями, штампами и выполнении других манипуляций. На расстоянии 20–25 см от края стол покрыт листовой латунью или нержавеющей сталью.

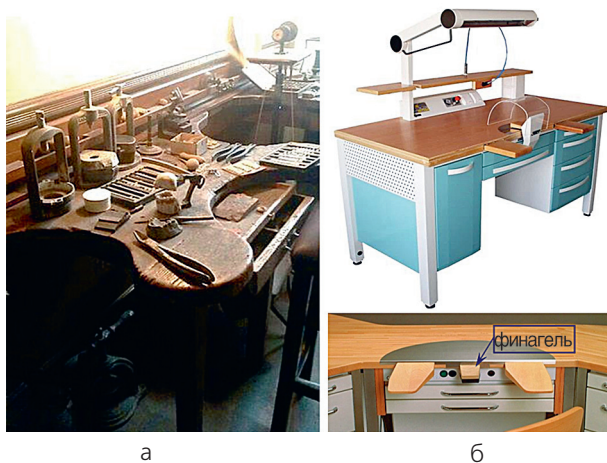


Рис. 1.1. Стол зубного техника: а — в XVIII в.; б — в XXI в.

Непосредственно под вырезом располагаются один или два ящика для хранения инструментария и сбора отходов гипса, пластмассы, обрезков металла и т.п. В тумбочке справа в лабораторном столе хранятся модели, материалы, протезы, находящиеся на разных этапах изготовления, и др.

Современному рабочему месту (рис. 1.2) присущи следующие характеристики:

- оно выполнено из прочного материала, что позволяет сохранять устойчивость и продлевает срок его службы;
- оснащено мощным светильником с люминесцентными лампами, что обеспечивает равномерное освещение рабочей зоны и естественное воспроизведение цветов;

- имеет встроенный мощный пылеуловитель с фильтровальным мешком для сбора пыли, предусмотрена ручная регулировка мощности этого агрегата;
- на столешнице из пластика установлена бунзеновская горелка (см. рис. 1.2), которая через имеющуюся систему подвода газа с вентилем может быть присоединена к городской сети, а также шлифмотор, микромотор, электрошпатель;
- для защиты лица зубного техника от твердых частиц при механической обработке протезов и их полуфабрикатов имеется смотровое стекло, совмещенное с лупой;
- предусмотрено ручное воздушное сопло с автоматической намоткой шланга и регулировкой подачи воздуха при механической обработке протезов и их полуфабрикатов.



Рис. 1.2. Современное рабочее место зубного техника

Светильник, пылеуловитель, бунзеновская горелка, смотровое стекло и воздушное сопло обеспечивают высокий комфорт, безопасность, охрану здоровья и высокую производительность при низкой утомляемости.

Ряд элементов рабочего места предназначен для создания комфорта при работе.

- Два широких подлокотника, между которыми установлен финагель.
- Подставка для ног, высота которой регулируется с учетом роста работающего техника.
- Вращающиеся стулья с регулируемой высотой сиденья, а также углом наклона и высоты спинки. В ножки стульев вмонтированы колесики, облегчающие перемещение по полу.

Кроме того, на рабочем месте установлены пластиковые этажерки со съемными полками-лотками пяти различных цветов для укладки протезов и их полуфабрикатов. В имеющейся на рабочем месте тумбе

с выдвижными ящиками размещены специальные гнезда для инструментов.

На кронштейне светильника установлены две дополнительные электрические розетки для подключения различных электрических приборов и аппаратов. В этой же комнате могут быть установлены аппараты для протягивания металлических гильз, прессы для штамповки коронок, фрезерные станки, которые применяют при изготовлении замковых креплений для съемных протезов, для фрезерования воска на опорных коронках, фрезерования и шлифования литых опорных коронок.

К каждому рабочему месту обязательно должна быть подведена вытяжная вентиляция.

Оформлению рабочего места зубного техника должно придаваться большое значение, так как здесь он проводит большую часть своего рабочего времени, оно должно отвечать всем требованиям эргономики и охраны труда (ОТ) и здоровья. Наряду с техническими требованиями должны учитываться и элементы эстетики, современного дизайна.

От оснащенности рабочего места зубного техника всеми необходимыми инструментами и оборудованием во многом зависят качество и эффективность его работы. На рабочем месте у зубного техника должны быть шлифмотор, микромотор, газовая или спиртовая горелка (рис. 1.3) и все инструменты, необходимые для изготовления зубных протезов (в зависимости от того, какие именно виды работ выполняет зубной техник): зуботехнический и моделировочный шпатели, нож для гипса, пинцеты и ножницы для металла, лобзик с пилками, щипцы различных форм и назначения (крампонные, универсальные, плоскогубцы, круглогубцы, кусачки и разновидности щипцов для изготовления деталей ортодонтических аппаратов и приспособлений).

Кроме перечисленных инструментов, зубной техник использует: молоточки различного размера из металла, дерева, рога; наковальни; напильники и надфили с крупной, средней и мелкой насечкой; различные шлифовальные и полировальные инструменты и приспособления (карборундовые и алмазные камни, головки, боры, фрезы, диски, фильцы, щетки и полиры разных видов). Для размешивания гипса необходимы резиновые чашки и широкий шпатель. Чашки резиновые и шпатели могут находиться в гипсовочной лаборатории.

В основном помещении зуботехнической лаборатории, где выполняются работы с применением *драгоценных металлов*, должны быть оборудованы несгораемые шкафы для хранения золотых, серебряно-палладиевых и золотоплатиновых изделий. Кроме того, для работы с драгоценными металлами следует предусмотреть специальное помещение с охранной сигнализацией. В этом помещении проводят взве-



Рис. 1.3. Оснащение рабочего места зубного техника: а — шлифмотор; б — микромотор; в — спиртовка; г — газовая горелка

шивание, а также осуществляются хранение и выдача сплавов золота и других драгоценных металлов зубным техникам.

Работа с *керамикой* требует соблюдения особой чистоты и поддержания в помещении постоянной температуры. С учетом специфики для этих целей выделяют отдельное помещение, в котором выполняются только те этапы технологического процесса изготовления протезов, которые непосредственно связаны с керамикой (моделировка, нанесение облицовочного слоя, обжиг, сушка и др.). Отливка моделей, загипсовка в окклюлятор (устройство, воспроизводящее движения нижней челюсти) и другие операции, связанные с гипсом, производятся в общей гипсовочной комнате.

Изготовление зубных протезов из керамики требует специального оборудования и материалов. Прежде всего, это электропечь с программным управлением (см. гл. 4), которая обеспечивает обжиг и глазурирование поверхности зубных протезов из керамики в соответствии с заданным режимом технологической обработки: сушкой, обжигом,

выдержкой, охлаждением. Управление технологическим процессом осуществляется автоматически по программе. Печь снабжена дисплеем для контроля над технологическим режимом (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Вакуумные электропечи для обжига металлокерамики

В металлокерамических кабинетах для работы с воском используют электрошпатель и воскотопку (рис. 1.5). Для моделирования коронок, мостовидных протезов из воска, нанесения на металлические поверхности облицовочных слоев из керамики выпускаются специальные наборы инструментов для металлокерамики (рис. 1.6).



Рис. 1.5. Воскотопка

Для выполнения зуботехнических работ применяются современные материалы, выпускаемые для ортопедической стоматологии и зубопротезной техники: слепочные материалы, воски различного назначения, базисные полимерные материалы, пластмассовые, металлические и фарфоровые, искусственные зубы, сплавы металлов, формовочные, отделочные, изоляционные и покрывные материалы, цементы, амальгамы и др. Расход и списание материалов проводятся в соответствии с утвержденными нормами.