

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Введение	6
Исторический обзор	6
Раздел 1. Организация литейной лаборатории в ортопедической стоматологии	10
Требования к помещению при организации литейной лаборатории	10
Техника безопасности при работе в литейной лаборатории	11
Оснащение литейной лаборатории.	13
Плавильные аппараты	13
Литьевые аппараты	17
Литейные установки	22
Печи для предварительного прогрева литейной формы	25
Аппарат для пескоструйной обработки отлитых изделий.	26
Вспомогательное оборудование.	27
Раздел 2. Материаловедение в литейном деле	34
Общие сведения о металлах, сплавах металлов и их свойствах.	34
Физико-механические свойства металлов и сплавов металлов.	36
Химические свойства металлов и сплавов металлов	37
Химическая и электрохимическая теории коррозии	38
Технологические свойства металлов и сплавов металлов.	39
Сплавы, применяемые в ортопедической стоматологии	41
Сплавы благородных металлов	44
Сплавы неблагородных металлов	49
Сплавы титана.	55
Формовочные материалы	57
Огнеупорные массы.	68
Массы для дублирования	69
Воски, применяемые в процессе подготовки к литью	72
Вспомогательные средства.	76
Усадка и методы ее компенсации	77
Расчет количества сплава для литья	81
Раздел 3. Литейное дело в несъемном протезировании	83
Построение литниковой системы.	90
Подготовка к формовке. Формовка в опоку для литья.	97
Выбор формы конуса.	97
Расположение объектов литья в кювете (опоке)	98

Замешивание формовочной массы	106
Формовка в опоку для литья	107
Подготовка к литью	109
Выплавление воска и прогрев опоки	109
Сушка и обжиг опоки	110
Плавка сплавов металлов	111
Литье сплавов металлов	113
Охлаждение кювет	118
Извлечение отлитых конструкций из кювет и их обработка	118
Раздел 4. Литейное дело в бюгельном протезировании	121
Дублирование модели	122
Получение огнеупорной модели	127
Построение литниковой системы	130
Подготовка восковой композиции к формовке в опоку для литья. Формовка	135
Прогрев и прокаливание опоки	137
Охлаждение кювет. Извлечение отлитых конструкций из кювет и их обработка	137
Раздел 5. Дефекты литья	139
Тестовые задания для самопроверки	149
Ответы	160
Список литературы	161
Предметный указатель	163

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИТЕЙНОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЮ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИТЕЙНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Литейная лаборатория предназначена для отливки деталей зубных протезов из различных сплавов. Она должна располагаться в изолированном помещении отдельно стоящего здания или в изолированном отсеке медицинского учреждения.

В соответствии с действующими в нашей стране санитарными нормами литейная лаборатория в государственной стоматологической поликлинике, отделении или в частной лаборатории, где монтируется высокочастотная литейная установка, должна иметь площадь 24 м², и при монтаже второй и последующих установок она каждый раз должна увеличиваться не менее чем на 12 м².

Пол в помещении плиточный или цементный и покрыт линолеумом. Стены на высоту дверей облицовывают глазированной плиткой, а выше окрашивают силикатной краской в белый цвет.

Этапы подготовки к литью и непосредственно процессе литья имеют свои особенности. Так, при организации литейной лаборатории нужно обязательно учитывать, что:

- муфельные печи для предварительного разогрева опок и сама литейная установка в процессе работы выделяют большое количество тепла, что повышает температуру в помещении;
- при обжиге паковочной массы образуются ядовитые продукты горения воска и парогазовой смеси, которые необходимо удалять с помощью мощной вентиляции.

С учетом этих особенностей приточно-вытяжная вентиляция должна обеспечивать 5-кратный обмен воздуха в час при температуре от 15 до 30 °С и относительной влажности не более 70%. Соотношение производительности приточной и вытяжной вентиляции должно быть 2:3. В литейной лаборатории устанавливается также вытяжной шкаф, под вентиляционным зонтом которого располагаются печи для прокали-

вания и шкаф для выплавления воска. Это нужно, чтобы исключить возможность попадания в воздух паров кислот, щелочей и проводящих ток частиц пыли. Кроме приточно-вытяжной вентиляции, необходимо, чтобы окна были с легко открывающимися фрагугами или форточками.

Мощность электропитания должна быть не менее указанной в паспортах на подключаемое оборудование, а электропроводка — иметь защитное заземление, для чего в помещении предусмотрены стальные шины заземления сечением 100 мм².

При монтаже литейной установки нужно выполнять следующие условия:

- для охлаждения литейной установки необходимы подводка и отвод воды (13 л/мин); подводка воды должна осуществляться по водопроводным трубам диаметром 13 мм с общим вентилем для присоединения к водопроводной сети и манометром до 400 кПа (4 атм). Трубы охлаждения генераторной лампы и индуктора должны иметь видимый слив. Вместо воронки для слива можно использовать обычную небольшую раковину;
- энергопитание установки осуществляется трехфазным током с помощью ввода мощностью 16 кВт, с пакетным выключателем и предохранителем около установки;
- печь устанавливается на толстом резиновом коврик. Около печи и на всех других рабочих местах должны быть изоляционные коврики.

Для гарантированного обеспечения имущественной, общественной и личной безопасности действует специальная инструкция, которую вручают под подпись каждому работающему в литейной лаборатории. За нарушение правил инструкции обслуживающий персонал несет ответственность.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛИТЕЙНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

ЛИЧНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Литейное производство достаточно вредное, так как в процессе выполнения ряда технологических этапов в воздух попадает большое количество опасных для здоровья агентов. Это прежде всего пыль, появляющаяся при замешивании формовочной массы и при пескоструйной обработке металлических каркасов протезов (остатки фор-

мовочной массы и частички песка), а также обрезки литников (металлическая стружка). Опасны также испарения, которые возникают при сушке и при прокаливании опоки в муфельной печи (аммиак, пары щелочей). Особую осторожность необходимо соблюдать при работе с оборудованием литейной лаборатории, так как некоторые установки работают от сети 380 В (высокое напряжение), при 5–7 А (большая сила тока). Работа с высокими температурами (в муфельной печи температура достигает 1100 °С, а в литейной установке — до 2000 °С), возникновение электромагнитных полей — все это требует строгого соблюдения техники безопасности.

1. В помещении необходимо наличие следующих защитных средств:
 - резиновых ковриков;
 - защитных очков с темными и светлыми стеклами;
 - аптечки для оказания первой помощи с соответствующими лекарственными и перевязочными средствами.
2. В помещении на видном месте вывешиваются:
 - важнейшие электрические схемы установки;
 - правила эксплуатации оборудования;
 - основные правила безопасности;
 - предостерегающие надписи и плакаты.
3. При введении и выведении опоки в муфельную печь следует соблюдать осторожность, пользоваться перчатками и щипцами с длинными щечками (чтобы не обжечь руки и случайно не уронить горячую опоку на ноги).
4. Пользоваться очками с темными стеклами. Высокая температура, испарения, яркий свет и цвет отрицательно влияют на состояние роговицы глаз.
5. Перед включением центробежной силы литейного аппарата обязательно нужно **ЗАКРЫТЬ** крышку литейной установки.
6. При работе на пескоструйном аппарате необходимо пользоваться маской (частицы песка оседают в легких) и для защиты глаз — очками с обычными стеклами.
7. При работе на шлифмоторе требуются защитное стекло (на моторе), очки и маска (для защиты глаз и дыхательных путей).

Категорически запрещается:

1. Включать установку, если отсутствует заземление корпуса или оно неисправно.
2. Просовывать какие-либо предметы в щели включенного агрегата.
3. Приводить во вращение печь без установленных опок и при открытой крышке (что возможно при выключенной или поврежденной блокировке).

4. Выводить из строя блокировку — как механическую, так и электрическую.
5. Протирать влажной и/или мокрой тканью прокалочную камеру муфельной печи.

ОСНАЩЕНИЕ ЛИТЕЙНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

К оборудованию и инструментам литейной лаборатории относятся:

- плавильный аппарат;
- литейные аппараты;
- печи для предварительного прогрева литейной формы и выплавления воска;
- аппараты для пескоструйной обработки отлитых изделий;
- вакуумный смеситель;
- вибростол с различной ступенчатой вибрацией;
- обрезающие станки;
- рабочий стол зубного техника;
- пылеулавливающее устройство;
- электрошпатель;
- весы;
- щипцы с длинными щечками;
- большой молоток;
- опоки для литья;
- шпатели (для замешивания гипса и моделировочный);
- зуботехнический пинцет.

ПЛАВИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Плавильные аппараты делятся на три группы. Плавка при этом происходит с использованием:

- 1) открытого пламени (бензиновые, газовые аппараты);
- 2) электродуговых аппаратов;
- 3) индукционного нагрева (токи высокой частоты — ТВЧ).

В последних 2 случаях применение специальной аппаратуры позволяет получать более высокую температуру.

Бензиновая горелка. Наиболее простым плавильным аппаратом является бензиновый (рис. 1.1), который состоит из горелки (пистолета), бочонка для бензина (карбюратор) и компрессора, соединенных между собой резиновыми шлангами.



Рис. 1.1. Аппарат «Бензиновая горелка»

Воздух подается в карбюратор, где проходит через бензин в виде мелких пузырьков, насыщается его парами и поступает в горелку. Горелка устроена таким образом, что струя насыщенного бензином воздуха проходит через регулировочный кран и металлическую сетку. Это позволяет регулировать силу подачи воздуха. Металлическая сетка предотвращает засасывание пламени по шлангу в карбюратор и, следовательно, возможность взрыва. Температура пламени бензинового аппарата составляет 1200 °С.

Сплавы с более высокой температурой можно расплавлять на «кислородно-пропановой горелке». Газово-кислородная смесь при сгорании дает настолько высокую температуру (до 3000 °С), что все примеси без остатка сгорают в пламени, что исключает науглероживание расплавленного металла.

Если сплав расплавляют на открытом пламени, необходимо следить за тем, чтобы оно было правильно отрегулировано. При нарушении однородности пламени повышается содержание кислорода или водорода в сплаве, что приводит к образованию хрупких структур.

При повышенном давлении газа возникает слишком сильное пламя, что приводит к повышенному науглероживанию расплавленного металла и делает сплав непригодным для дальнейшего использования.

Вольтова дуга — это электрический разряд сравнительно большой мощности, который возникает при размыкании тока между двумя угольными или металлическими электродами. Такой разряд сопровождается высокой температурой и сильными излучениями света концами раскаленных электродов.

Для появления пламени нужно сблизить концы угольных электродов (угли) и после получения устойчивого пламени немного развести их. Плавку нужно вести пламенем, не касаясь металла углями; во избежание насыщения стали углеродом отливку следует производить немедленно после расплавления металла. Если продолжать нагревание

металла после расплавления, отлитые изделия становятся хрупкими, а от кипения — пористыми.

При обгорании электродов вольтовой дуги возможно отделение частиц угля. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы отделяющиеся частицы не попали в сплав, так как это может увеличить содержание углерода в стали и, как следствие, повысить ее коррозионность.

После расплавления металла через несколько секунд (время, достаточное для того, чтобы расплавленный металл заполнил форму и перешел из жидкого состояния в твердое) действие аппарата прекращают.

Отлитые изделия опускают в холодную воду для термической обработки.

Аппарат «Вольтова дуга» (рис. 1.2) состоит из силового трансформатора мощностью 3–5 кВт и ручного щитка с приспособлением для удерживания углей, снабженного регулирующим винтом для сближения и раздвижения электродов, а также углей прожекторных диаметром 12–16 мм.

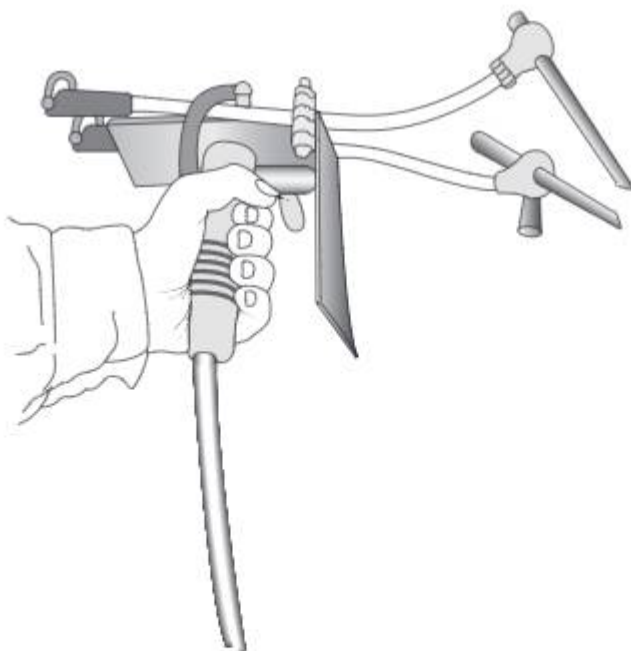


Рис. 1.2. Аппарат «Вольтова дуга»

Недостатком аппарата «Вольтова дуга» является то, что в процессе расплавления металл науглероживается (сильно насыщается углеро-

дом), вследствие чего ухудшаются его физические и химические свойства.

Индукционный нагрев. Сущность метода индукционного нагрева ТВЧ заключается в том, что расплавляемый металл помещают в электромагнитное высокочастотное поле индуктора. При этом в слитке металла индуцируются переменные токи, называемые *вихревыми ТВЧ*, плотность которых неравномерна по сечению. Благодаря большой плотности индуцированных токов на поверхности слитка происходят быстрый нагрев и расплавление металла.

Чем меньше частота тока, тем глубже его проникновение в толщу слитка; к ТВЧ относятся переменные токи частоты от 500 герц (Гц) до 10 млн Гц (или 10 мегагерц — МГц); частота тока городской сети всего 50 Гц. ТВЧ получают от высокочастотных генераторов.

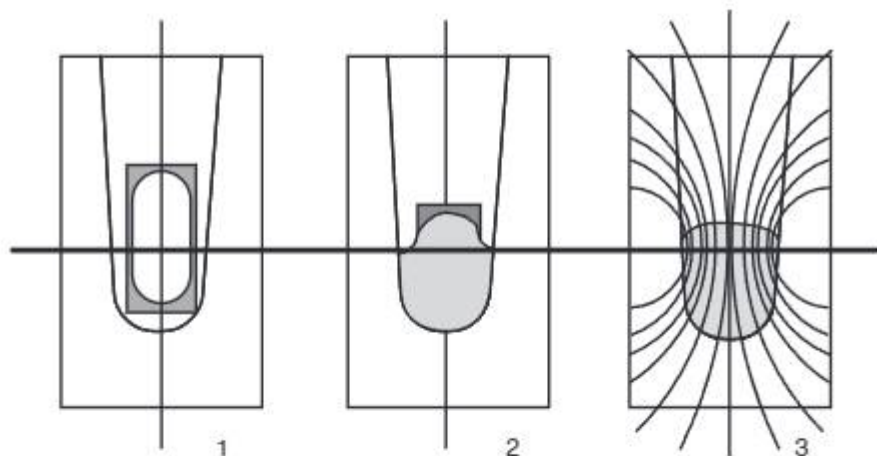


Рис. 13. Механизм расплавления металла: 1 — заготовка после включения нагрева токами высокой частоты в индуктор в течение нескольких секунд нагревается по поверхности до температуры 900–1000 °С, грани заготовки нагреваются выше примерно на 100 °С; 2 — плавка заготовки начинается снизу, так как дно тигля создает условия для меньших теплотерь; заготовка начинает погружаться и постепенно тонет в жидком металле, повышая его уровень в тигле; 3 — образуется расплавленный металл с выпуклым мениском и тонкой пленкой окислов на поверхности. При повышении температуры металла до 1550–1600 °С его жидкотекучесть достигает состояния, при котором поле токов высокой частоты, имеющее вихревой характер, перемешивает жидкий металл и разрывает окисную пленку, сигнализируя, что надо выключить нагрев токами высокой частоты, так как металл готов для заливки форм

Главными элементами устройства для индукционного нагрева металла являются:

- высокочастотный генератор;
- индуктор.

При включении аппарата через индуктор проходит ТВЧ частотой 1,5 МГц, создавая электромагнитное поле (рис. 1.3), которое пронизывает металл, нагревая его изнутри, и происходит расплавление металла.

Все эти состояния металла создают условия, гарантирующие от его перегрева и изменения химического состава.

ЛИТЬЕВЫЕ АППАРАТЫ

Чтобы металл заполнил форму, образовавшуюся после выплавления воска, следует создать давление на него. В зависимости от характера получаемого давления различают следующие методы литья:

- литье под давлением;
- центробежное литье;
- вакуумное литье.

Литье под давлением и центробежное литье основаны на создании давления на металл извне. Это литье дает наиболее плотные отливки, исключает пористость, недоливы, появление усадочных раковин.

Центробежное литье получило широкое распространение.

Существует много систем аппаратов, построенных на действии центробежной силы. Наиболее простым является аппарат «Ручная центрифуга» (рис. 1.4, 1.5). В деревянной ручке неподвижно укрепляют винт,



Рис. 1.4. Аппарат «Ручная центрифуга»

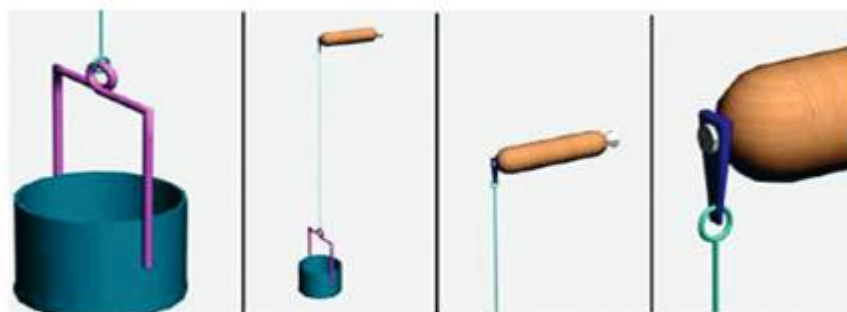


Рис. 1.5. Устройство аппарата «Ручная центрифуга»

на который надевают с помощью неподвижного крючка железную проволоку толщиной 3–4 мм и длиной 15–20 см. На конце проволоки есть петля, соединяющаяся подвижно с дугой, на концах которой находится металлическая чашка для установки кювет во время отливки (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Аппарат «Ручная центрифуга» с установленной опокой

Кювету нагревают и помещают в эту чашку, а в воронку помещают металл. С помощью паяльного аппарата направляют струю пламени на металл до его расплавления, затем центрифугу приводят в движение; после 3–4 поворотов металл вгоняют в кювету.

Этот же принцип (центробежная сила) лежит в основе аппарата «Коромысло» (рис. 1.7) и печи Корнеева.

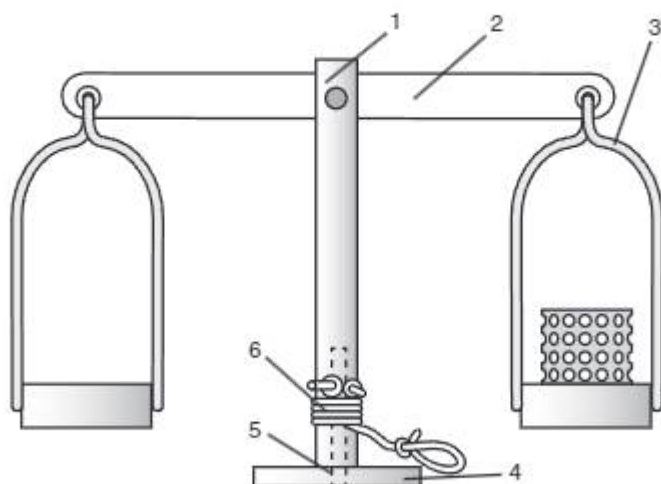


Рис. 1.7. Аппарат «Коромысло»: 1 – стойка; 2 – коромысло; 3 – подвеска; 4 – опора; 5 – ось; 6 – шнур для запуска центрифуги

Литье под давлением. Принцип действия аппаратов основан на разнице давления: создают или повышенное давление на расплавленный металл (рис. 1.8), или отрицательное давление (вакуум) внутри формы.

На подставке одновременно крепятся кольцо для установки опоки и подвижная рукоятка с крышкой.

Повышенное давление создается с помощью влажного асбеста или мольдина (смесь белой глины с глицерином), который плотно прикрывает поверхность кюветы с расплавленным металлом. Образующиеся при нагревании пары оказывают давление на металл, и он по литниковым каналам поступает в кювету. Металлическую крышку, прикрепленную к ручке аппарата, заполняют асбестом, кювету устанавливают на подставку под этой крышкой.

В момент расплавления (плавка ведется бензиновой горелкой) опока плотно накрывается крышкой. Пар, образовавшийся при соприкоснове-



Рис. 1.8. Аппарат Зольбрига-Платшека

нии влажного асбеста с расплавленным металлом, создает повышенное давление, под воздействием которого металл загоняется по литниковым каналам в полость формы.

Вакуумное литье основано на создании отрицательного давления внутри формы (рис. 1.9). Это способствует удалению пузырьков газов из полости формы, что предупреждает образование пор.

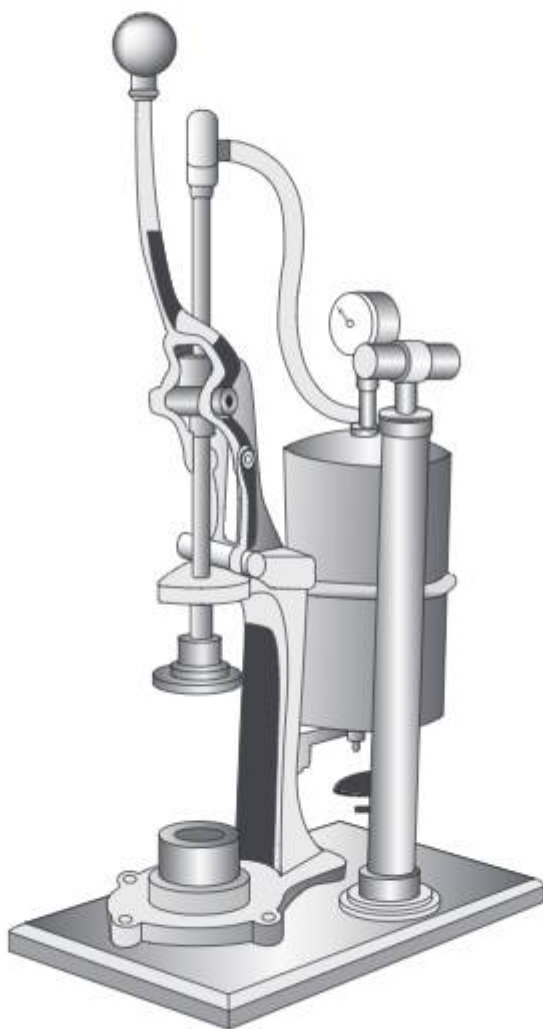


Рис. 1.9. Аппарат для литья с помощью давления сжатым воздухом

На рис. 1.10 представлена установка «Вакуум-металл» для литья методом вакуумного всасывания. Воздух является значительным препятствием для затекания сплава, особенно в тонких конструкциях. Металл течет по литниковым каналам как поршень, создавая давление. В вакуумных литейных установках металл заливается под силой собственной тяжести. Компрессор создает вакуум внутри плавильной камеры. В опоке при отсутствии воздуха нет других препятствий для затекания сплава (для этого необходимо четко соблюдать требования к построению литниковой системы). Металл разогревается до необходимой температуры и заливается в опоку.

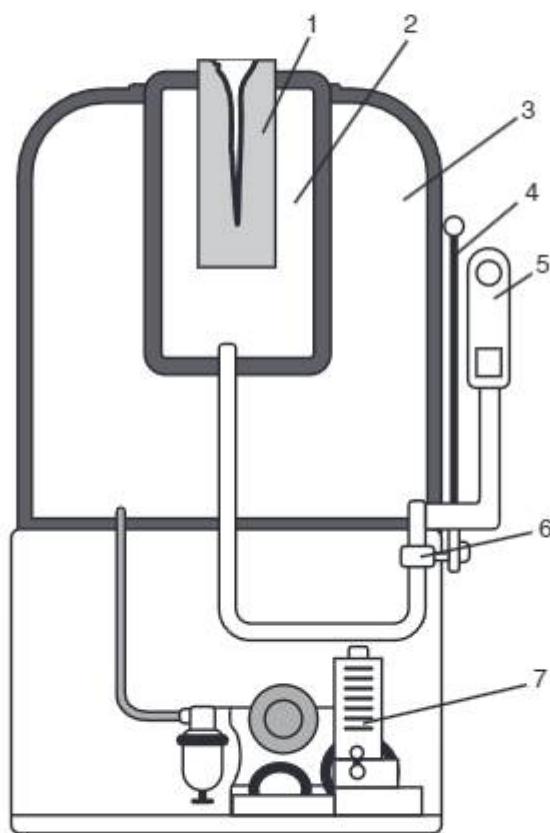


Рис. 1.10. Установка «Вакуум-металл»: 1 – опока; 2 – рабочая камера; 3 – камера предварительного разряжения; 4 – рукоятка вакуумного затвора; 5 – манометр; 6 – вакуумный затвор; 7 – форвакуумный насос

Установка состоит из рабочей камеры, камеры предварительного разряжения, форвакуумного насоса и пульта управления, на котором расположены манометр, сигнальная лампочка и выключатель насоса. Для соединения рабочей камеры с камерой предварительного разряжения предусмотрен вакуумный затвор с рукояткой. В верхней части рабочей камеры имеется фланец с кольцевой уплотнительной насадкой.

Принцип работы установки следующий. В камере предварительного разряжения с помощью насоса создается вакуум. Прокаленную опоку устанавливают на фланец тигля, и литейную форму заливают жидким металлом. Далее поворотом рукоятки вакуумного затвора рабочую камеру соединяют с камерой предварительного разряжения. При этом давление на стенки газопроницаемой опоки уменьшается (становится значительно ниже атмосферного), и атмосферное давление, действуя на поверхность жидкого металла, заставляет его заполнять литейную полость формы.

ЛИТЕЙНЫЕ УСТАНОВКИ

Литье может производиться как в специальных литейных аппаратах, так и в аппаратах, сочетающих плавку и литье металла.

Одними из первых были изобретены газовые литейные установки, прогрев металла в которых происходит открытым пламенем. В них используется смесь пропана с кислородом. Основное преимущество таких установок — они дешевые. Однако, как уже было сказано, прогрев сплава в них происходит неравномерно, температуру разогрева контролировать очень сложно.

Электродуговые установки работают по принципу возникновения электрической дуги между двумя электродами при подведении тока большой мощности (10–200 А, 80 В). Температура разогрева сплава очень быстро достигает 2300 °С. Такой принцип используется в литейных установках, которые применяются для работы с высокотемпературными сплавами (титан, цирконий, платина). В этих установках также очень сложно контролировать температуру сплава.

В настоящее время наибольшее распространение получили установки с индукционной плавкой металла. Технология плавки металла ТВЧ отличается от плавки кислородно-пропановой горелкой характером расплавления сплава. Объясняется это тем, что стоматологические сплавы немагнитные, нержавеющей и КХС составлены из многих легирующих элементов, для которых виды нагрева имеют первостепенное значение. При индукционном нагреве ТВЧ-тепло поступает непо-

средственно в поверхностный слой металла, и он нагревается, но не выше температуры плавления. Далее тепло проникает внутрь металла и быстро его расплавляет. Это в значительной степени снижает угар легирующих элементов в сплаве, а следовательно, изменяет его химический состав. Важно отметить, что при индукционной плавке тигель не является источником нагрева — наоборот, он сам нагревается от расплавляемой заготовки металла. При этом скорость нагрева и плавки сплава зависит от частоты тока, на которой работает литейная установка, и от ее выходной мощности на индукторе, а также от навески расплавляемого металла. Регулировать температуру довольно легко — это осуществляется изменением силы тока в индукционной катушке.

Индукционный нагрев также позволяет легко вести плавку в вакууме или в среде защитного газа (например, аргона), что исключает поверхностное окисление расплавленного металла и растворение в нем газов, приводящих к различным порокам литья. Технически это осуществляется так: из камеры откачивается воздух, и она заполняется аргоном; в момент заполнения опоки расплавленным металлом подается дополнительная порция аргона, под давлением которой происходит принудительное заполнение литейной формы металлом. Аргон является инертным газом, препятствующим доступу кислорода к расплавленному металлу.

При отливке заготовок в индукционных литейных установках широко применяется как статическая, так и центробежная заливка литейных форм, что еще больше повышает качество стоматологического литья.

Центробежные литейные установки работают по принципу центрифуги. Тигель с расплавленным металлом и разогретая опока раскручиваются на коромысле, и сплав затекает под действием центробежной силы.

Литейная установка (рис. 1.11) представляет собой единый корпус, разделенный на 2 части.

В верхней части под крышкой расположена центрифуга с индуктором, в нижней — источник нагрева ТВЧ (генератор) и привод центрифуги. Металл загружается в тигель (2), опока (3) и тигель ставятся в центрифугу (6). Центрифуга балансируется противовесом (1), чтобы вес на правом и левом плече был одинаковым. Индуктор (4) подводится под тигель так, чтобы тот оказался внутри индуктора. После включения аппарата происходит расплавление металла. Когда металл, достигнув нужной температуры, расплавляется, индуктор опускается, и включается центрифуга. Металл под действием центробежных сил заливается в опоку.

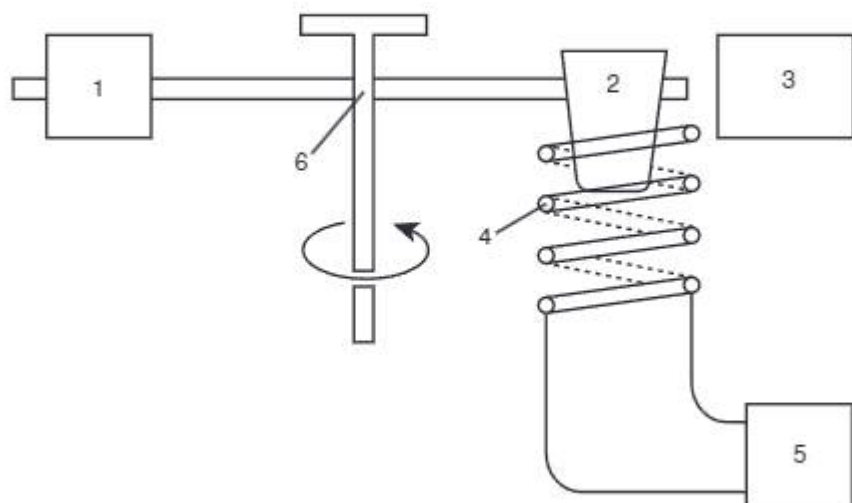


Рис. 1.11. Схема центробежной литейной установки с индукционным нагревом (пояснения в тексте)

В наше время центробежные литейные установки получили широкое распространение. Наиболее важным показателем этих машин является начальная скорость раскручивания коромысла (рис. 1.12). От этого зависит, насколько тонкие детали можно отлить на этой установке. В одних установках коромысло приводится в движение электромотором, в других — с помощью спиральной пружины. В центробежных литейных машинах, как правило, используется индукционный принцип разогрева сплавов.



Рис. 1.12. Коромысло

ПЕЧИ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПРОГРЕВА ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

Печи для предварительного прогрева и последующего прокаливания литейной формы называются *муфельными*.

Муфельная печь (рис. 1.13) состоит из прокалочной камеры с вентиляцией, выполненной из огнеупорного материала, в ней также находятся спирали накаливания, датчик температуры внутри камеры, огнеупорная рельефная подставка под опоку, блок управления.

Муфельные печи подразделяются на разные виды.

- По рабочему температурному диапазону:
 - умеренная температура (100–500 °С);
 - средняя температура (500–900 °С);
 - высокая температура (900–1400 °С);
 - сверхвысокая температура до 1650 °С (2000 °С).
- По типу нагрева:
 - электрические муфельные печи;
 - газовые муфельные печи.
- По защитному режиму обработки:
 - воздушные печи — в них нагрев осуществляется в воздушной среде, т.е. печи общего назначения;
 - защитная газовая атмосфера — нагрев происходит в специально созданной газовой среде. Это может быть водород, азот, аргон, гелий и другие газы;
 - вакуумные, т.е. нагрев происходит в вакууме.
- По типу загрузки:
 - вертикальная;
 - колпаковая;



Рис. 1.13. Муфельная печь

- горизонтальная;
- трубчатая.

Современные муфельные печи, в зависимости от расположения спиралей нагрева, можно разделить на печи 2-, 3- и 4-стороннего прогрева. Расположение спиралей накаливания — важный параметр для муфельной печи: чем равномернее происходит нагрев камеры, тем более управляемым будет термическое расширение отливаемой формы, а следовательно, она подвергнется меньшей деформации.

Для муфельной печи важна возможность ее программирования, так как прогрев опоки происходит в несколько стадий, каждая из которых характеризуется определенной скоростью подъема температуры в минуту. Кроме того, некоторые паковочные материалы требуют не только подъема температуры, но и ее уменьшения для остывания (например, массы для отливки титановых сплавов). В некоторые печи встраиваются часы, чтобы можно было их запрограммировать для включения в определенное время или через несколько дней.

Спирали современных муфельных печей не боятся испарений воска, поэтому нет необходимости проводить предварительный прогрев для его удаления из печи. Нецелесообразно использовать муфельную печь для работы при малых температурах (до 100 °С) — энергопотребление очень велико, а датчик не рассчитан на точные показания при низких температурах.

АППАРАТ ДЛЯ ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ОТЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ

Указанный аппарат (рис. 1.14) предназначен для очистки отлитых изделий от остатков паковочной массы.



Рис. 1.14. Пескоструйный аппарат

Принцип его действия таков: воздух под давлением 4–6 атм смешивается с песком и подается через сопло на очищаемый объект. В пескоструйных аппаратах, применяемых в литейной лаборатории, происходит циркуляция песка, т.е. один и тот же песок очищается от пыли паковочной массы и снова поступает в сопло. Для его очистки в аппарат встраивается пылесос. Величина зерна, применяемого для очистки отлитых изделий, как правило, составляет 250 мкм. При очистке отлитых изделий в труднодоступных местах (внутри коронки или