

1. Центрифуги и центрифугирование

Цель занятия: получить представление о принципах центрифугирования, общих конструктивных решениях центрифуг, о конкретных примерах центрифуг.

Формируемые компетенции: ПК-8, ПК-14, ПК-15.

Базовая информация: знания, полученные из курсов «Прикладная механика», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий», «Биотехнические системы медицинского назначения».

Содержание занятия. Центрифугирование – способ разделения разнородных смесей на составные части с помощью центробежной силы. Применяемые для этой цели приборы называются центрифугами. Принцип действия центрифуги основан на действии на рабочую смесь центробежной силы, под влиянием которой скорость разделения компонентов смеси, помещенной в центрифугу, увеличивается во много раз по сравнению со скоростью разделения их под действием силы тяжести. Метод центрифугирования широко применяется в различных областях биологии, в медицине и технике, частично заменяя длительные процессы фильтрования, отстаивания и отжимания.

Характерной для центрифуги деталью является ротор со смонтированными на нем гнездами для установки емкостей с разделяемой смесью – центрифужных пробирок. Для осуществления центрифугирования ротор должен вращаться с большой скоростью, при которой создаются значительные центробежные силы, действие которых разделяет разнородные механические смеси на относительно гомогенные фракции. Примером этого является осаждение взвешенных в жидкости частиц. Ротор в лабораторных центрифугах обычно располагается на вертикально установленном валу электродвигателя или вращается посредством различных передач от вала двигателя. Ротор центрифуги представляет собой с шарнирно

закрепленными гнездами для металлических гильз, в которых помещаются центрифужные пробирки, принимающие при вращении горизонтальное положение.

В некоторых моделях ротор центрифуги делают в виде сплошного металлического усеченного конуса с ячейками для пробирок (угловой ротор); пробирки в нем располагаются под постоянным углом к оси вращения с таким расчетом, чтобы при наклонном положении пробирок происходило наиболее быстрое расслоение различных компонентов смеси. Центрифужные пробирки выпускаются различных форм-факторов. Для работы в ультрацентрифугах на больших скоростях в настоящее время используют пробирки из полимеров, поскольку традиционные пробирки из стекла на под действием значительных перегрузок часто лопаются. Принципиально необходимо, чтобы расположенные на роторе пробирки с рабочими смесями были взаимно уравновешены относительно продольной оси вращения. Это необходимо для исключения вибрации ротора в процессе центрифугирования и возможного вследствие этого разрушения установки. Для уравновешивания пробирок в современных сложных центрифугах применяют особые весы.

Также любая центрифуга имеет корпус, механизм привода, рабочую (ограждающую) камеру и панель управления. Некоторые центрифуги снабжены электронными часами (таймером), обеспечивающими автоматическое выключение и торможение в некотором диапазоне времени. Специализированные центрифуги могут включать в свой состав холодильные и вакуумные установки с приборами слежения и автоматического управления.

В условиях практической медицины центрифугирование используют, например, для отделения форменных элементов от плазмы крови, плотных частиц от жидкой части мочи и т. д. Исторически, первыми для этой цели применялись ручные центрифуги (рис. 1.1), представлявшие собой мультипликатор, рассчитанный на использование для вращения рабочего ротора мышечной силы человека. Такая микроцентрифуга оборудована

двумя сменными насадками, одна из которых имеет гнезда для микропробирок и применяется при определении совместимости крови; другая — с гнездом для вкладывания градуированной микропипетки (гематокрит) — предназначена для определения процентного содержания форменных элементов крови.

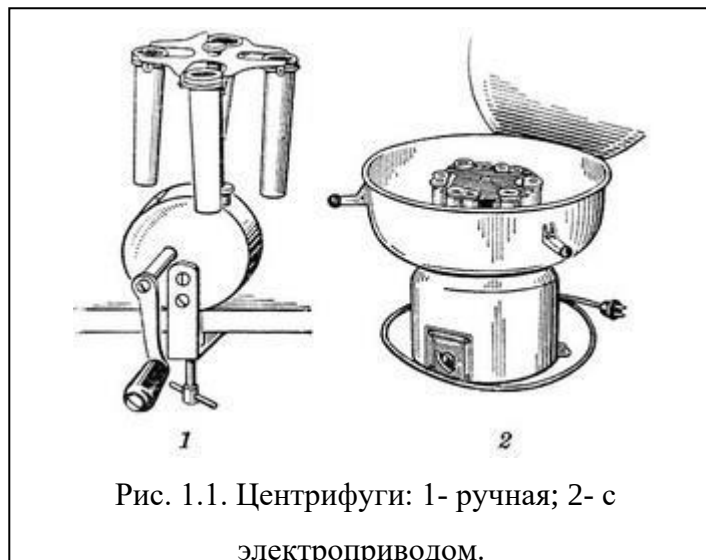


Рис. 1.1. Центрифуги: 1- ручная; 2- с электроприводом.

В настоящее время в основном используются центрифуги с электроприводом, допускающие плавное регулирование скорости вращения ротора с помощью механических или, в последнее время, электронных регуляторов.

Центрифуги с небольшой скоростью вращения ротора употребляются в медицине, как уже было сказано, для отделения осадков мочи, сыворотки крови от сгустков, осаждения эритроцитов, при серологических исследованиях и т. д.



Рис. 1.2. Лабораторная клиническая центрифуга ЦЛК-1

В качестве конкретных примеров таких центрифуг можно указать лабораторную клиническую центрифугу ЦЛК-1 имеет три скорости вращения (1000, 1500, 3000 об/мин). Ротор этой центрифуги рассчитан на установку 12 центрифужных пробирок. Для этой центрифуги наибольший объем центрифугируемой жидкости — 150 мл.

Лабораторная настольная центрифуга ЦЛН-2 имеет угловой ротор на шесть коротких пробирок общей емкостью 72 мл. Максимальная скорость вращения — 9000 об/мин.

Центрифуги с большой скоростью вращения ротора обычно снабжаются несколькими сменными роторами, рассчитанными для работы с различными количествами и типами центрифужных пробирок.



Рис. 1.3. Угловая малогабаритная центрифуга ЦУМ-1

Так, угловая малогабаритная центрифуга ЦУМ-1 имеет три сменных угловых ротора с различным количеством пробирок и гематокрит: ротор для 6 пробирок общей емкостью 150 мл, ротор для 10 пробирок общей емкостью 120 мл, ротор для 24 пробирок общей емкостью 120 мл, гематокрит для двух капилляров. Максимальная скорость вращения — 10 000 об/мин. Центрифуга снабжена электромеханическим таймером.



Рис. 1.4. Лабораторная стационарная центрифуга ЦЛС-3.

Лабораторная стационарная центрифуга ЦЛС-3 имеет два сменных ротора. Ротор-крестовина снабжен четырьмя стальными гильзами емкостью по 500

мл и четырьмя стеклянными пробирками к ним емкостью по 250 мл. Угловой ротор снабжен 8 полиэтиленовыми и стальными пробирками емкостью 50—75 мл. Максимальное вращение роторов до 6000 об/мин. Центрифуга снабжена электрочасовым механизмом.

К числу специальных центрифуг относится лабораторная рефрижераторная центрифуга ЦЛР-1, предназначенная для центрифугирования при пониженных температурах (-5° и выше) различных изменяющихся даже при комнатной температуре веществ — большей частью белковых суспензий.



Рис. 1.5. Лабораторная рефрижераторная центрифуга ЦЛР-1

Центрифуга имеет три сменных ротора, обеспечивающих различные режимы центрифугирования. Два ротора идентичны по техническим характеристикам роторам центрифуги типа ЦЛС-2, третий ротор, надеваемый на добавочную ось, развивает 18 000—18 500 об/мин. Максимальный объем исследуемого препарата —48 мл. Центрифуга снабжена электрочасовым механизмом. Охлаждение рабочей камеры осуществляется при помощи холодильной машины.

Центрифуги, скорость вращения роторов которых превышает 40 000 об/мин, называют ультрацентрифугами и применяют обычно в экспериментальной практике для разделения слабо отличающихся по своим механическим

свойствам компонентов смесей, например, для разделения органелл клеток, отделения коллоидных частиц, макромолекул полимеров и т. д.

2. Медицинские лабораторные перемешиватели

Цель занятия: получить представление о принципах работы перемешивателей, общих конструктивных решениях перемешивателей, о конкретных примерах реализации перемешивателей.

Формируемые компетенции: ПК-8, ПК-14, ПК-15.

Базовая информация: знания, полученные из курсов «Прикладная механика», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий», «Биотехнические системы медицинского назначения».

Содержание занятия. Медицинские лабораторные перемешиватели (шейкеры) – приборы, выполняющие обратную по отношению к центрифугированию функцию – перемешивание рабочего вещества, состоящего из разнородных механических фракций для получения равномерного объемного распределения этих фракций во всем объеме рабочего вещества. Это достигается сообщением емкостям с рабочими смесями круговых или возвратно-поступательных движений. При этом вектор силы инерции и центробежной силы часто меняет направление, что позволяет разнородным компонентам рабочей смеси равномерно распределяться по всему ее объему.

В настоящее время все приборы такого рода являются электрическими. Большинство современных моделей лабораторных шейкеров оснащаются такими дополнительными приспособлениями, как регуляторы интенсивности перемешивания и его длительности.

Примером простейшего шейкера является прибор LOIP LS-120. Это универсальный шейкер с возвратно-поступательным типом движения рабочих сосудов, с аналоговым управлением, предназначенный для перемешивания в колбах, делительных воронках и других сосудах.



Рис. 2.1. Лабораторный шейкер LOIP LS-120

Особенности конструкции прибора:

- Плавная регулировка скорости вращения.
- Платформа устройства изготовлена из полированной нержавеющей стали.
- Крепление емкостей осуществляется прижимными валиками, которые могут быть зафиксированы на направляющих в любом положении.
- Для делительных воронок предусмотрены специальные фигурные валики.

Существуют и более сложные модели шейкеров. Например, универсальный шейкер LOIP LS-110 с аналоговым управлением предназначенный для перемешивания в колбах, делительных воронках и других сосудах. Шейкер имеет следующие характеристики: тип движения орбитальный, амплитуда движения 20 мм, максимальная нагрузка 10 кг, предусмотрен подогрев рабочей платформы до 100°C.



Рис. 2.2. Универсальный шейкер LOIP LS-110

Особенности конструкции прибора:

- Плавная регулировка скорости вращения.
- Платформа устройства изготовлена из полированной нержавеющей стали.
- Крепление емкостей осуществляется прижимными валиками, которые могут быть зафиксированы на направляющих в любом положении.
- Для делительных воронок предусмотрены специальные фигурные валики.
- Возможность нагрева платформы до 100°C с плавной регулировкой температуры.
- Отображение текущих и заданных значений температуры и скорости вращения на ярком светодиодном дисплее.

3. Принципы стабилизации температуры в лабораторном деле.

Термостаты.

Цель занятия: получить представление о принципах работы термостатов, их общих конструктивных решениях, о конкретных примерах реализации термостатов.

Формируемые компетенции: ПК-8, ПК-14, ПК-15.

Базовая информация: знания, полученные из курсов «Основы электротехники», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий», «Биотехнические системы медицинского назначения».

Содержание занятия. Термостат – прибор для прецизионного управления температурой рабочего объекта. Можно выделить два основных способа работы термостатов:

1. В термостате поддерживается постоянной температура теплоносителя, заполняющего термостат. Исследуемое тело при этом находится в контакте с теплоносителем и имеет его температуру. В качестве теплоносителя обычно используют воздух, спирт (от -110 до 60 °C), воду (10 — 95 °C), масло (-10 — $+300$ °C) и др.
2. Исследуемое тело поддерживается при постоянной температуре в адиабатических условиях (теплоноситель отсутствует). Подвод или отвод теплоты осуществляется специальным тепловым ключом (*в термостатах низких температур*) или же используются электропечи с терморегулятором и массивным металлическим блоком, в который помещается исследуемое тело (*в термостатах высоких температур*).

Термостаты можно классифицировать по диапазону поддерживаемых рабочих температур:

- Термостаты высоких температур (300 — 1200 °C);
- Термостаты средних температур (-60 — 500 °C);

- Термостаты низких температур (менее $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (200 K)) — криостаты.

По виду теплоносителя термостаты классифицируют на:

- Воздушные;
- Жидкостные;
- Твердотельные (как правило, используются элементы Пельтье и воск).

Классификация термостатов по точности поддержания температуры может быть проведена следующим образом:

- 5—10 градусов и хуже, как правило, достигается без перемешивания, за счёт естественной конвекции;
- 1—2 градуса (хорошая тепловая стабильность для воздушных, очень посредственная для жидкостных), как правило, с перемешиванием;
- 0,1 градуса (очень хорошая тепловая стабильность для воздушных, на уровне лучших образцов, средняя для жидкостных);
- 0,01 градуса (как правило, достигается в жидкостных термостатах специальной конструкции), практически невозможно получить в воздушном термостате с вентилятором.

По области и способу применения термостаты можно классифицировать следующим образом:

- Промышленные термостаты;
- Комнатные термостаты.

Примером широко распространенного комнатного воздушного термостата средних температур является термостат ТСВЛ-160.



Рис. 3.1. термостат ТСвЛ-160

Этот термостат отличается низким энергопотреблением, высокоэффективным контролем нагрева и безопасностью эксплуатации. Термостаты этого типа легко чистятся и не представляют опасности для контаминации благодаря использованию в конструкции внутренней камеры высококачественной нержавеющей стали. Обеспечена полная изолированность нагревательного модуля от внутреннего пространства камеры предотвращает пересушивание проб (например, биологических образцов). Предусмотрена цифровая индикация текущей температуры в рабочей камере и защита от перегрева.

Основные технические характеристики данной модели: объем камеры- 160 л.; мощность не более 0,3 кВт; масса не более 66 кг; задаваемые температурные режимы, С от t на +5 С превышающей температуру окружающей среды до + 70 С; время достижения установившегося режима при температуре + 37С - 2 часа; дискретность задаваемой температуры, - 0,1 градуса; допустимое предельное отклонение температуры в контрольных точках объема рабочей камеры относительно заданной, С +/- 2 градуса; время непрерывной работы, ч, не более 500 часов.

Жидкостные лабораторные термостаты могут быть представлены на примере модели LOIP LT-211b



Рис. 3.2. Термостат LOIP LT-211b

Основные характеристики этого термостата: температурный диапазон: без внешнего охлаждения: от температуры окружающей среды $+10^{\circ}\text{C}$ до $+200^{\circ}\text{C}$; с охлаждением водопроводной водой: от температуры воды $+5^{\circ}\text{C}$ до $+200^{\circ}\text{C}$; точность поддержания температуры: $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$; объем ванны: 11 литров; погрешность установления заданной температуры: не более $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$; максимальный расход: 7,5 литров в минуту; давление: 0,17 бар. Рабочая жидкость: вода, водно-глицериновая смесь, силиконовое масло.

4.Мониторы пациента

Цель занятия: получить представление о принципах работы мониторов состояния пациентов, их общих конструктивных решениях, о конкретных примерах реализации таких устройств.

Формируемые компетенции: ПК-8, ПК-14, ПК-15.

Базовая информация: знания, полученные из курсов «Основы электротехники», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий», «Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий», «Биотехнические системы медицинского назначения».

Содержание занятия. Мониторы пациента – приборы, предназначенные для продолжительного наблюдения за основными характеристиками человеческого организма показателями в реальном времени и для информирования медицинского персонала об изменениях этих характеристик.

Существует несколько видов мониторов, классифицируемых по ряду параметрам. В зависимости от технических особенностей конструкции систем индикации эти приборы можно подразделить на:

- аппараты с индикацией на базе электронно-лучевой трубки (устаревшие, в настоящее время практически вытеснены из употребления);
- с индикатором на жидких кристаллах (все современные модели, отличаются компактностью, энергоэффективностью, высоким разрешением).

По основной сфере применения можно выделить мониторы следующих типов:

- анестезиологические, предназначенные для длительного наблюдения за параметрами организма после применения общего наркоза;
- прикроватные, предназначенные для установки в реанимациях, операционных, палатах интенсивной терапии
- фетальные мониторы, которые используются в акушерской практике для точной визуализации и анализа состояния беременной женщины

и плода, для чего в перечень отслеживаемых показателей включаются замеры интенсивности сокращений матки и движений плода, внутриматочного давления.

Системы мониторинга могут быть одно- и многоканальными. В настоящее время большинство применяемых в медицинской практике устройств такого рода являются многоканальными приборами, т.е. совмещают функции пульсоксиметра, ЭКГ-регистратора, капнометра и т.д. В число измеряемых показателей входят: уровень АД, ЧСС, сатурация кислорода, частота дыхательного цикла, температура тела, ЭКГ. Современные мониторы пациента предусматривают возможность интеграции с компьютерной техникой, принтерами, системой внутripалатной сигнализации. С помощью монитора пациента персонал ЛПУ может получать звуковое оповещение в случае выхода наблюдаемых прибором показателей за границы допустимого. В большинстве моделей предусмотрена подача различных сигналов в зависимости от степени угрозы для жизни пациента.

Имеется значительная разница в точности и в функциональной насыщенности аппаратов различных производителей, однако все они предусматривают возможность контроля такого важнейшего показателя жизнедеятельности, как сердечная деятельность. Эта деятельность регистрируется с помощью записи ЭКГ. ЭКГ измеряет непрерывную волну электрической активности сердца пациента и отображает волновую форму активности, а также ЧСС.

Подключение электродов ЭКГ:

1) Необходим контроль состояния кожи пациента. Только надлежащая подготовка кожи, точное наложение электродов и правильное подсоединение ЭКГ-кабелей может гарантировать надежное измерение. Необходима очистка поверхность кожи с помощью мыла и воды. Нельзя использовать эфир и чистый спирт, так как это увеличит сопротивление кожных покровов.

2) ЭКГ-электроды необходимо располагать следующим образом: RA-электрод (правая рука) – располагают около правого плеча, прямо

подключицей. LA-электрод (левая рука) – располагают около левого плеча, прямо подключицей. LL-электрод (левая нога) – располагают на левом подчревье. RL-электрод (правая нога) – располагают на правом подчревье. V-электрод (грудина) – располагается на груди.

Хороший сигнал ЭКГ должен быть высоким и узким без впадин (QRS), с высоким R-зубцом полностью над или под базовой линией, амплитуда Р и Т-волн менее 0,2 мВ.

Необходимо привести базовые правила техники безопасности при обращении с мониторами пациента в условиях ЛПУ.

1) Нельзя прикасаться к пациенту или к монитору в процессе дефибрилляции.

2) Для обеспечения безопасности пациента, все отведения должны быть присоединены к пациенту.

3) При использовании электрохирургического оборудования, отведения необходимо располагать на отдалении от электрохирургического оборудования и пластины заземления для предотвращения ожогов у пациента. Провод электрохирургического оборудования и ЭКГ-кабель не должны перекручиваться.

4) Во время использования электрохирургического оборудования, не располагайте электроды на пластине заземления или рядом с электрохирургическим оборудованием. В противном случае, появятся помехи экг -сигнала. Для пациента с кардиостимулятором, должна быть включена функция анализа импульса электростимуляции. В противном случае, импульс электростимуляции может быть засчитан за нормальный QRS комплекс.

В качестве примера современного монитора пациента можно привести аппарат IntelliVue MP5.



Рис. 4.1. Внешний вид монитора IntelliVue MP5

Этот монитор обладает следующими функциональными возможностями:

- Обеспечивает измерение наиболее необходимых показателей с помощью встроенных датчиков, не требующих пользовательской настройки, для применения в стандартных случаях (ЭКГ, SpO₂, неинвазивное измерение АД, выбор из двух датчиков инвазивного измерения АД и температуры, выбор монитора CO₂), а также совместим с мониторинговыми модулями, применяемыми в анестезиологической практике.
- Проводное и беспроводное соединение для длительного подключения, вне зависимости от местоположения пациента в сети.
- Подключается к IntelliVue XDS Large Display , что позволяет работать с большим прикроватным дисплеем с высоким разрешением для более четкого просмотра параметров жизнедеятельности с одного взгляда, а также для обеспечения функции дистанционного управления.
- Дистанционное измерение, такое как параметр (ТААР), обеспечивает получение дистанционных результатов измерений через прямое соединение с приемо-передающей дистанционной станцией
- Беспроводная телеметрия, такая как параметр (WТААР), расширяет возможности мониторинга, давая возможность

беспроводного доступа к данным ЭКГ/ SpO_2 , непосредственно в палате,
практически мгновенно