

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Лектор: ст. преподаватель Баевич Г.А.

Лекция 4

Аппаратура для исследования системы дыхания

1. Методы и приборы для измерения механических параметров дыхательной системы.
2. Аппаратура для воздействия на дыхательные пути человека.
3. Автоматический ингалятор. Устройство и принцип работы.

Аппаратура

Дыхание — это процесс получения кислорода из атмосферного воздуха, снабжения им всех клеток тела, удаления из клеток углекислого газа и выведения использованных газов из организма в атмосферу.

Аппаратура:

- диагностическая;
- терапевтическая.

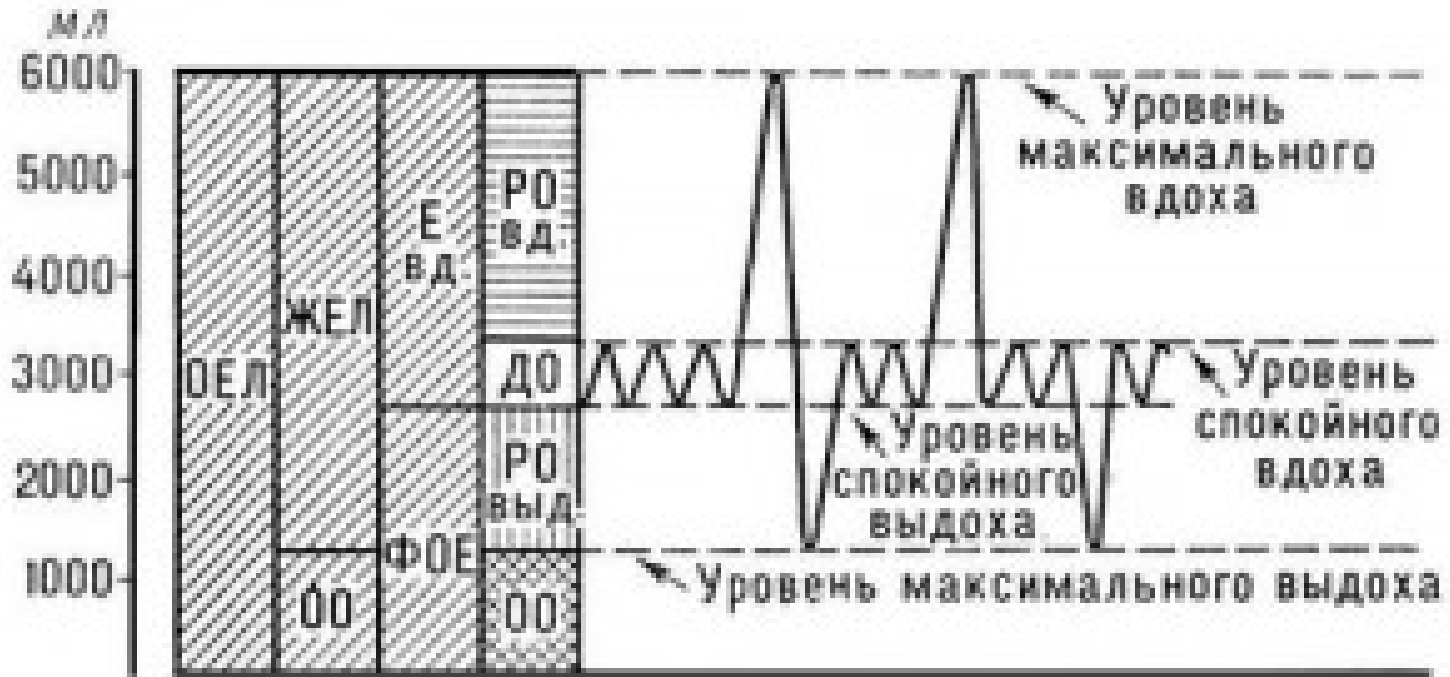
Диагностическая:

- для исследования механики дыхания;
- для определения физических характеристик легких;
- для измерения диффузии газов в легких;
- для измерения распределения кислорода по клеткам тела;
- для измерения степени отведения углекислого газа.

Терапевтическая:

- системы для снабжения организма кислородом;
- системы оказания помощи при дыхании и управления процессом дыхания;
- системы увлажнения воздуха;
- системы введения терапевтических средств с помощью ингаляции.

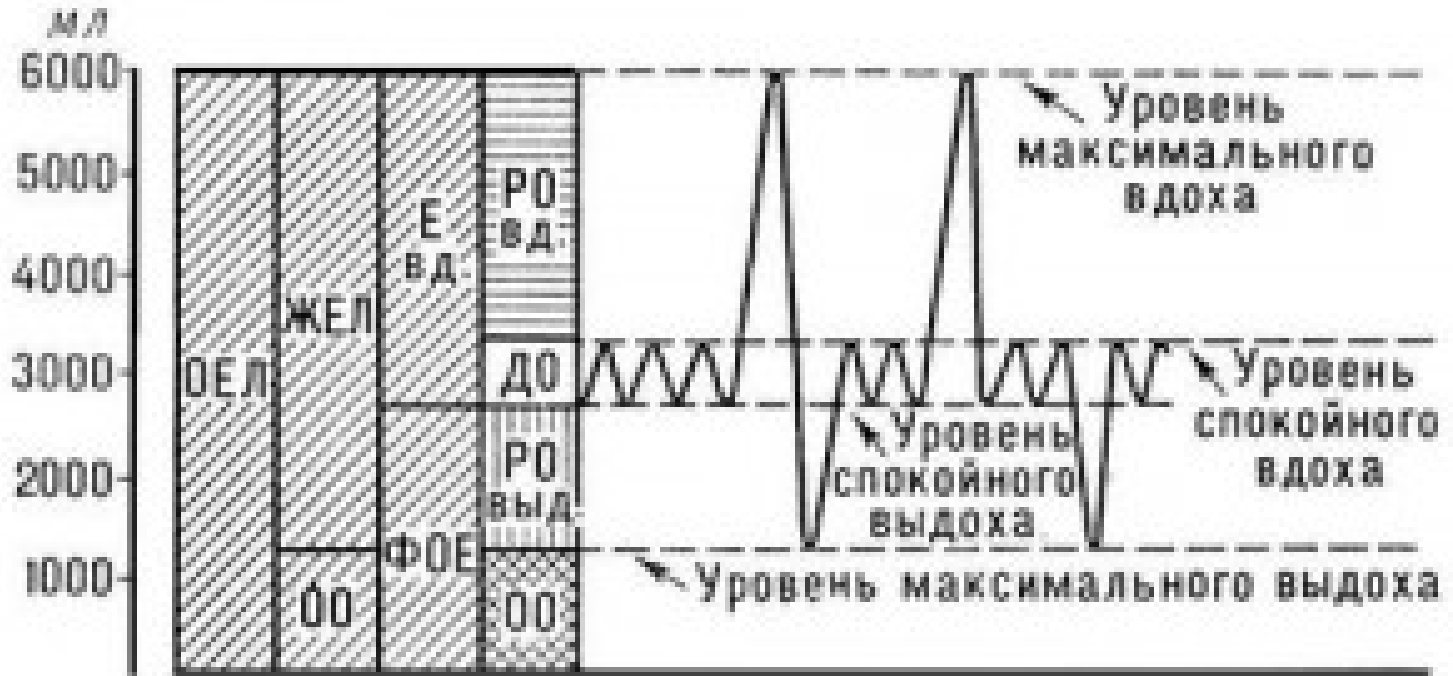
Дыхание



Дыхательный объем (ДО) — объем газа, вдыхаемого или выдыхаемого при каждом нормальном, спокойном дыхательном цикле.

Резервный объем вдоха (РОВ) — максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть с максимальным усилием после конечного нормального уровня вдоха. Конечный нормальный уровень вдоха — это уровень, который достигается в конце нормального, спокойного вдоха.

Резервный объем выдоха (РОВ_{выд}) — максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после достижения нормального конечного уровня выдоха с максимальным усилием. Конечный нормальный уровень выдоха — это уровень, который достигается в конце нормального, спокойного выдоха.

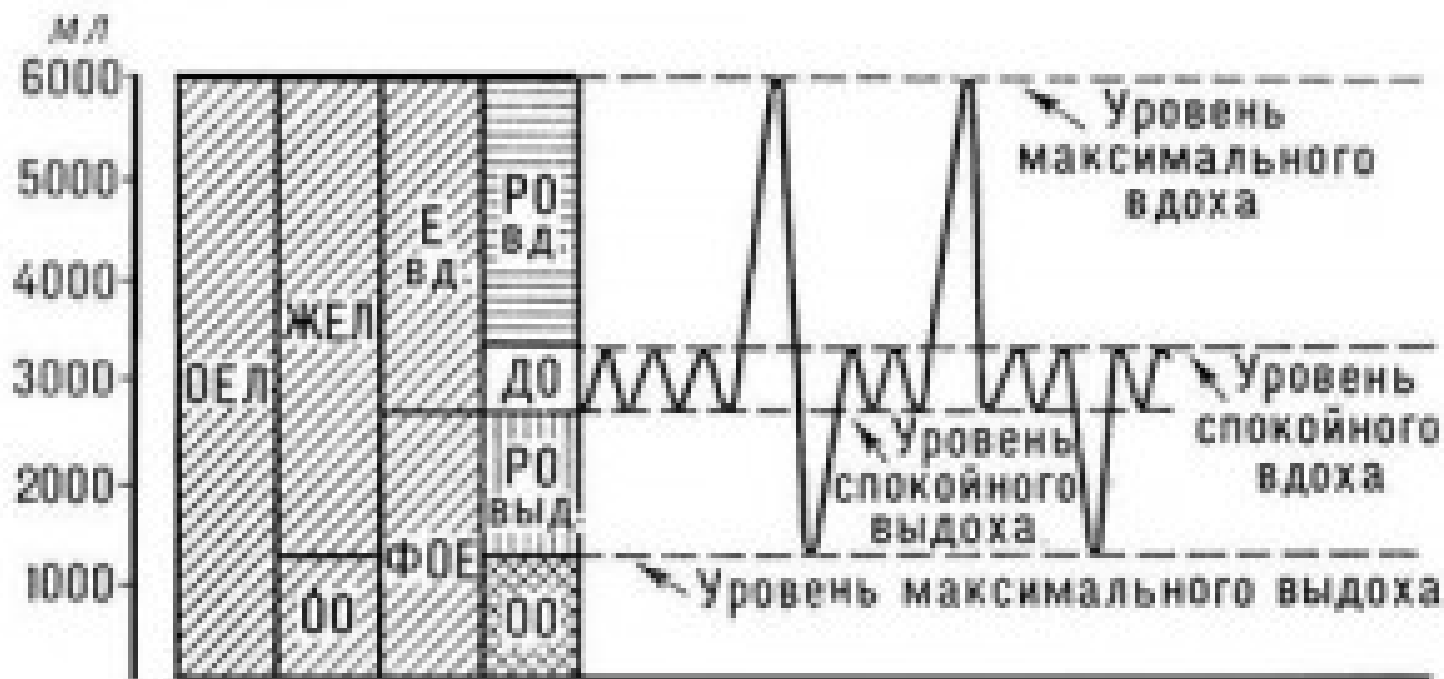


Остаточный объем (ОО) — объем газа, оставшийся в легких после максимального выдоха.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) — максимальный объем газа, который может быть выдохнут из легких с максимальными усилиями после максимального вдоха.

Емкость вдоха (ЕВд) — максимальный объем газа, который можно вдохнуть после достижения конечного уровня выдоха.

Дыхание



Общая емкость легких (ОЕЛ) представляет собой количество газа, содержащееся в легких в конце максимального вдоха. **Функциональная остаточная емкость (ФОЕ или FRC)** — объем газа, остающийся в легких после обычного спокойного выдоха.

Спирометрия

Спирометрия (спирография) — метод исследования функции внешнего дыхания, включающий в себя измерение объёмных и скоростных показателей дыхания.

Спирометр (регистрирующий спирометр) — прибор, предназначенный для измерения дыхательных объемов.

Методы детектирования воздушных потоков:

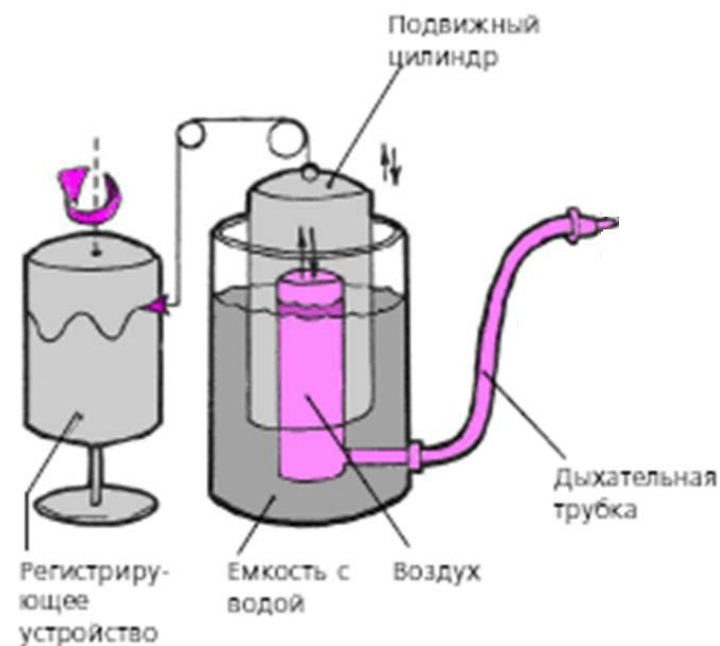
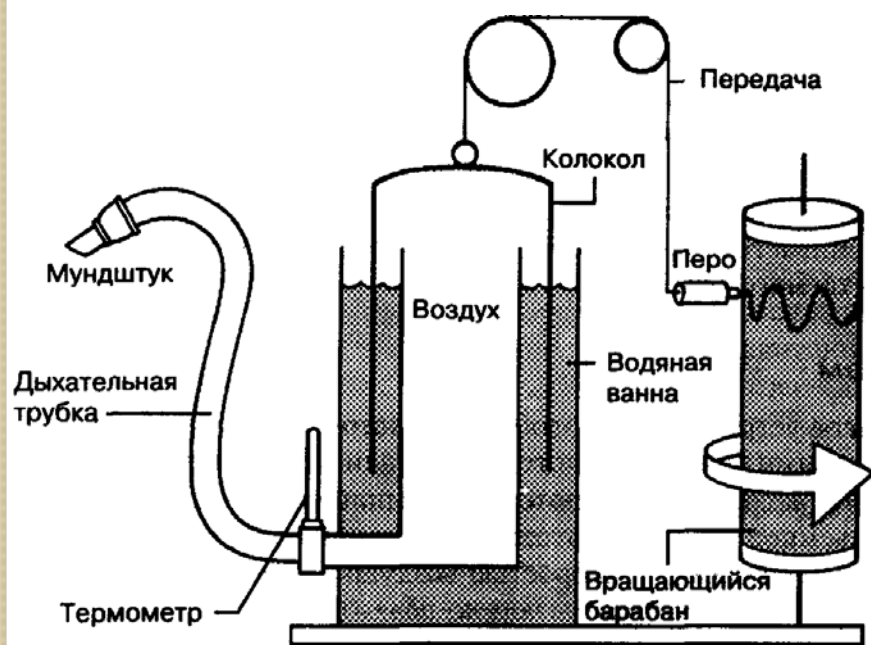
1. Классический метод.
2. Манометрический метод — прямое измерение давления воздушного потока при вдохе и выдохе.
3. Ультразвуковой метод.
4. Емкостной метод.
5. Термальный метод.



Классический метод

Обычный спирометр состоит из подвижного колпака (колокола), который открытым концом опущен в камеру с водой.

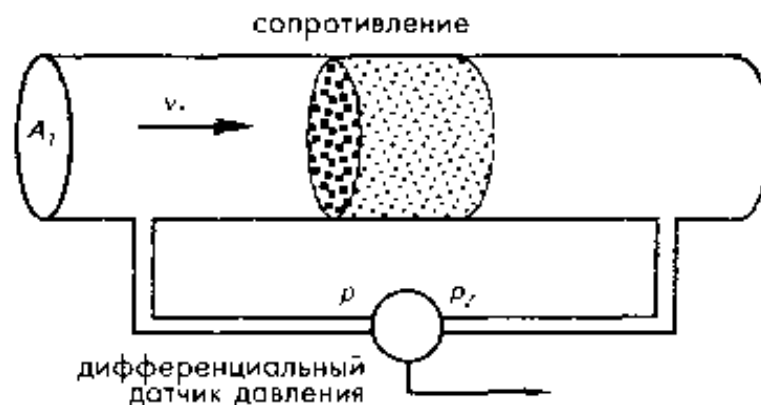
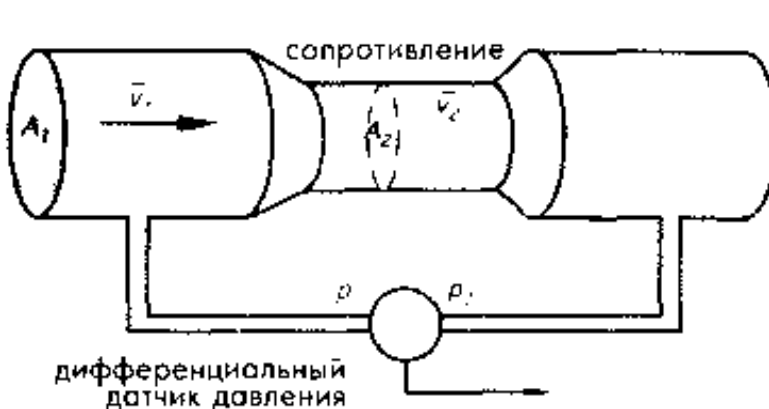
С его помощью можно измерить все объемы и емкости легких, которые могут быть определены путем измерения количества выдыхаемого газа при заданном наборе условий или в течение определенного интервала времени.



Манометрический метод

Метод определения скорости потока по перепаду давлений подразумевает введение в поток жидкой среды некоторого сопротивления:

- диафрагма,
- коническая трубка,
- пористая пробка.



Входы дифференциального датчика давления располагаются с двух сторон резистивного элемента.

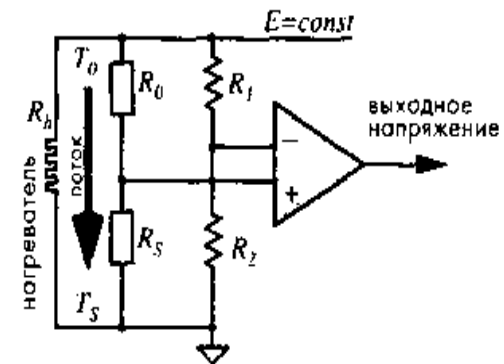
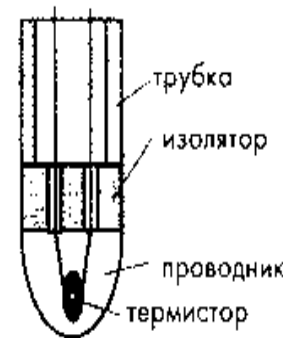
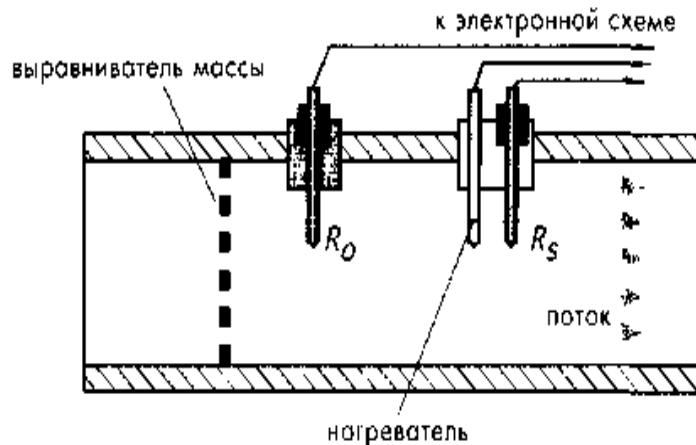
Преимущества: отсутствие механических компонентов и возможность использования стандартных датчиков давления.

Недостатки — необходимость нарушения потока резистивными элементами.

Термальный метод

Детектирование либо перемещения температуры на заданном участке.

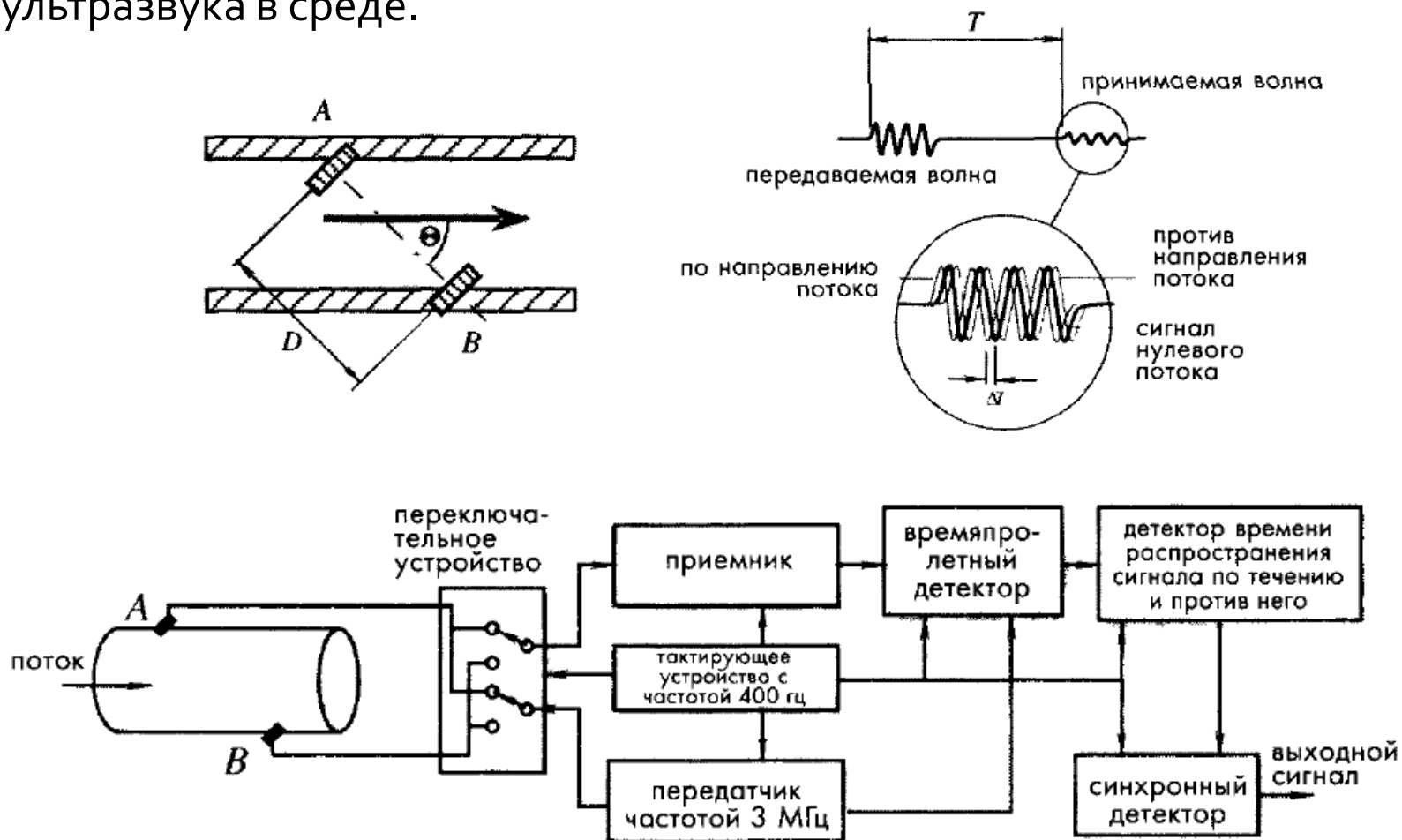
- Две трубочки оснащены детекторами температуры.
- Между двумя детекторами расположен нагревательный элемент.
- При отсутствии течения будет зарегистрировано обоими детекторами, температура второго будет несколько выше.
- При движении потока скорость распространения тепла возрастает за счет вынужденной конвекции.
- Чем больше скорость потока, тем выше тепловые потери и тем ниже температура, регистрируемая вторым детектором.
- Скорость потока определяется по измеренным потерям тепла.



Ультразвуковой метод

Основная идея заключается в детектировании изменения частоты или сдвига фаз, вызываемых подвижной средой.

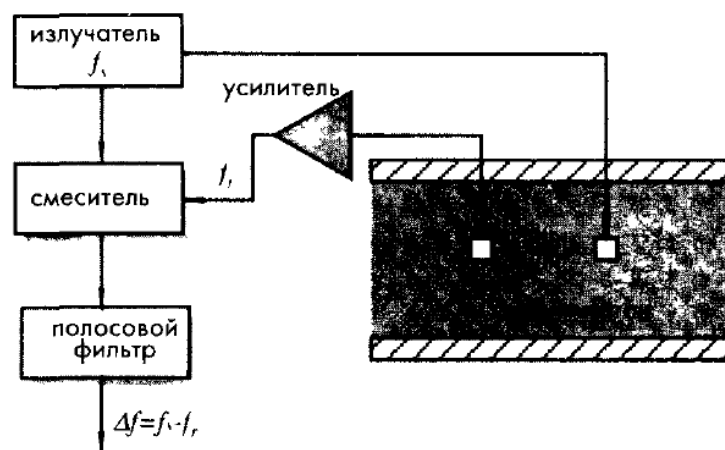
Ультразвуковые датчики реализуются на основе либо эффекта Доплера, либо определения изменений эффективной скорости ультразвука в среде.



Ультразвуковой метод

В доплеровских расходомерах используется непрерывное излучение ультразвуковых волн:

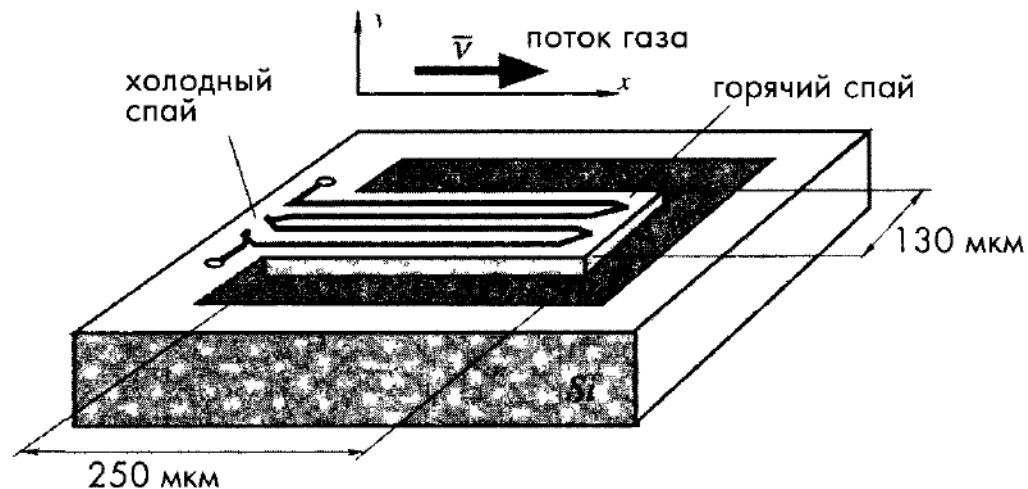
- излучатель и приемник расположены внутри потока;
- происходит сложение частот излученного и принятого сигналов;
- в схему включен нелинейный элемент — смеситель;
- полосовой фильтр служит для ослабления ненужных гармоник выходного низкочастотного сигнала;



- измеренная скорость является не средней, а локальной скоростью потока;
- измеряется скорость потока без прямого контакта с газом.

Микродатчики

- изготавливаются на кремниевых подложках методами микротехнологий;
- результирующие выходные сигналы очень малы, что требует интеграции усилителей прямо на подложки самих датчиков;

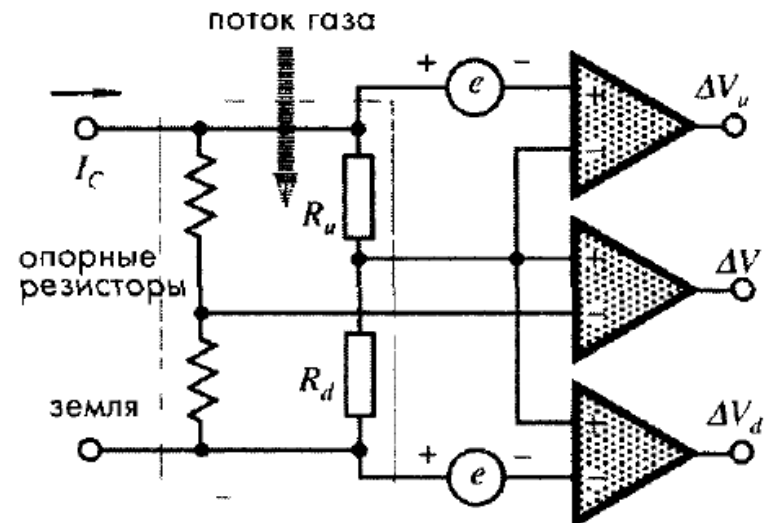
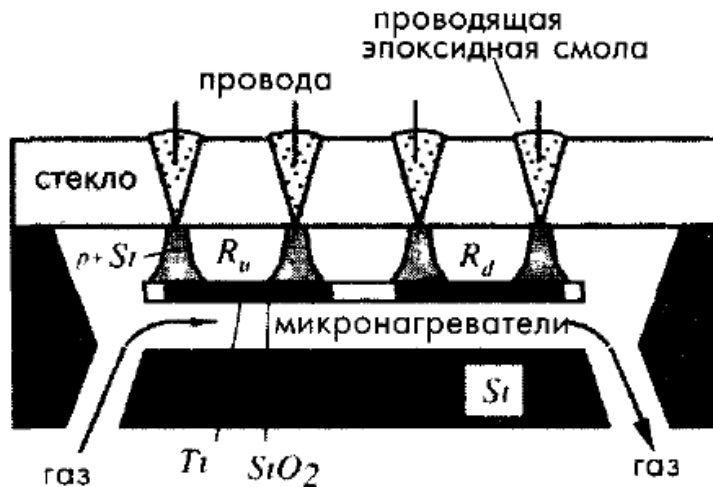


Тепло от датчика отводится тремя способами:

1. За счет теплопроводности через балку консоли.
2. За счет теплового излучения.
3. Через газовый поток.

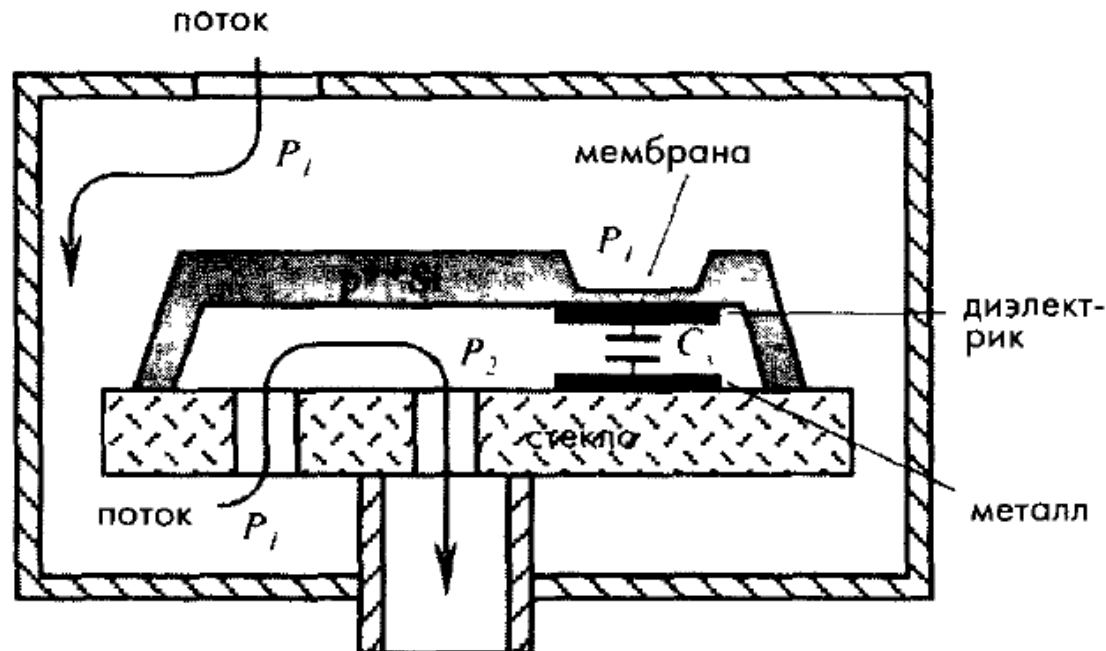
Микродатчики

- В состав входят две пленки из титана толщиной 0.1 мкм, выполняющие функции и нагревателей, и детекторов температуры;
- пленки расположены между двумя слоями SiO_2 ;
- микронагреватели подвешены на четырех кремниевых перекладинах на расстоянии 20 мкм друг от друга;
- сопротивление пленки из титана составляет около 2 кОм;
- выходное напряжение связано линейной зависимостью с расходом газа.



Микродатчики

- основан на методе измерения скорости потока по перепаду давления;
- на мембрану действует дифференциальное давление;
- разность давлений определяется емкостным датчиком давления;
- перепад давлений приводит к изменению емкости C .
- на нижнюю часть мембраны наносится диэлектрический слой;
- стеклянная подложка служит для механической защиты мембраны от разрушения;
- в кремниевую подложку по стандартной КМОП технологии встраивается электронная схема.



Пикфлоуметр (Peak Flow Meter)

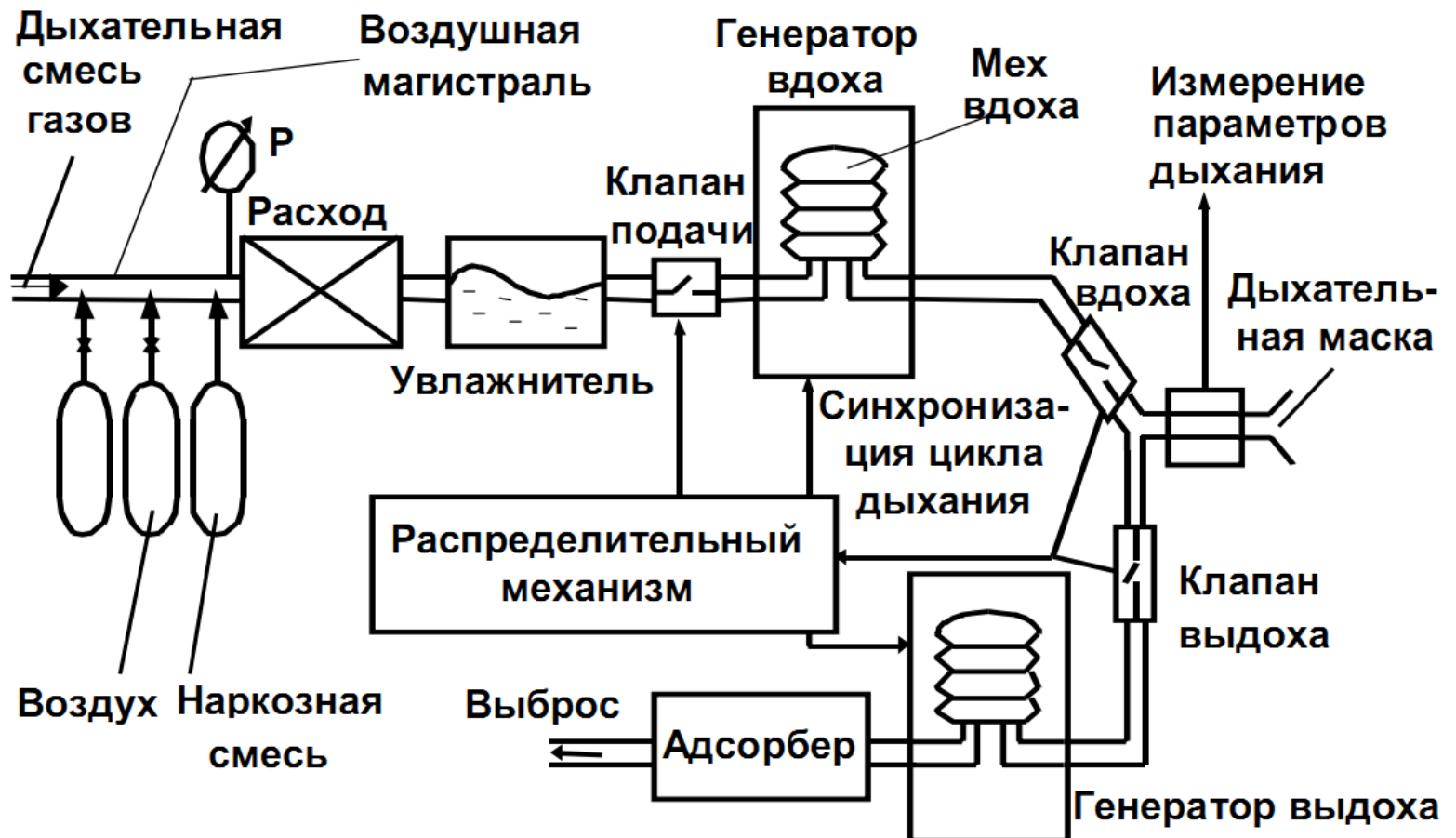
Пикфлоуметрия - метод определения с какой скоростью может выдохнуть человек - способ оценки степени сужения воздухоносных путей (бронхов).



Искусственная вентиляция лёгких

Искусственная вентиляция легких - это перемежающаяся или непрерывная замена воздуха в легких искусственными методами при прекращении или недостаточности их естественной вентиляции.

- замещают только одну стадию процесса дыхания – вентиляцию;
- ИВЛ достигается вдуванием (инсуфляцией) воздуха в дыхательные пути.



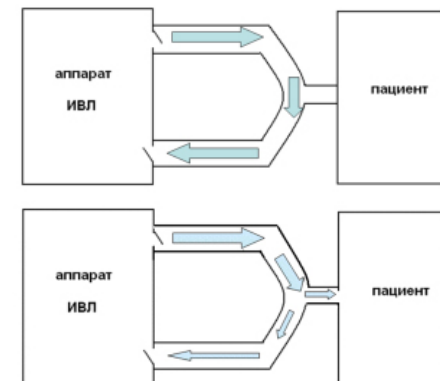
Искусственная вентиляция лёгких

По назначению:

- для реанимации;
- для наркоза;
- для лечения детей.

Распределительный механизм:

- **Time trigger** – способ работы триггера – по часам (при глубокой анестезии в условиях мышечной релаксации, при заболеваниях, приводящих к выключению дыхательной мускулатуры);
- **Pressure trigger** – триггер срабатывает на падение давления в дыхательном контуре аппарата ИВЛ;
- **Volume trigger** – триггер срабатывает на прохождение заданного объёма в дыхательные пути пациента;
- **Flow trigger** – триггер срабатывает на изменение потока через дыхательный контур пациента;
- оснащен системой, распознающей нервный импульс, проходящий по диафрагмальному нерву к диафрагме.



Аэроионотерапия

Аэроионотерапия — методика лечения посредством ионизированного воздуха.

Место измерения	Концентрация аэроионов
Комната	25 1/см ³
Улица	500...700 1/ см ³
Природные условия (море, река, лес)	1500...20000 1/ см ³

Основным процессом, приводящим к образованию аэроионов, является ионизация газов, входящих в состав атмосферы.

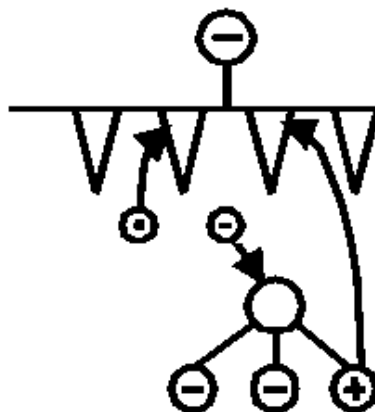
Основным элементом аппаратуры для аэроионотерапии является ионизатор воздуха или генератор аэроионов.

Генераторы аэроионов - это приборы и устройства для получения лечебных концентраций аэроионов заданной полярности.

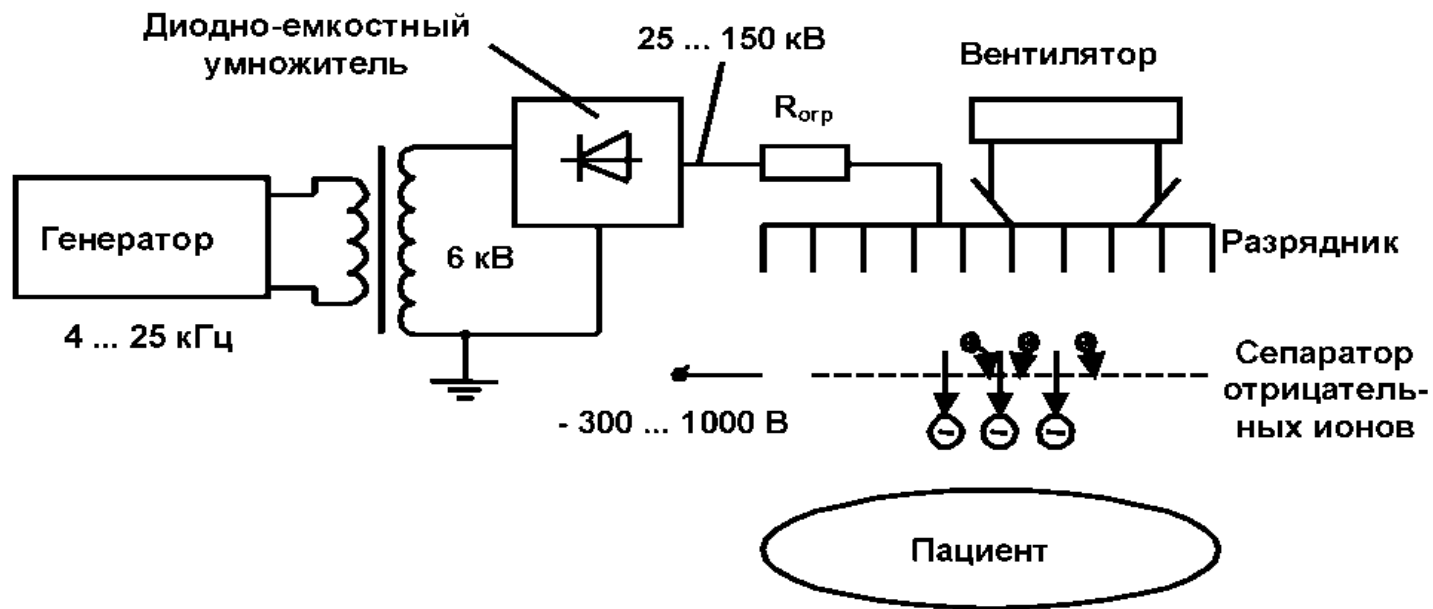
Аэроионотерапия

Электроэффлювиальные (коронные) ионизаторы воздуха:

- при отрицательной полярности электрода из каждой пары ионов, образующихся в сильно неоднородном электрическом поле, положительные ионы устремляются к электроду, а отрицательные с большой скоростью разлетаются в противоположном направлении;
- образующиеся у остриев электродов электроны и отрицательные ионы имеют достаточную скорость для ионизации молекул воздуха при столкновении;
- на некотором расстоянии от активного электрода биполярная ионизация переходит в униполярную.

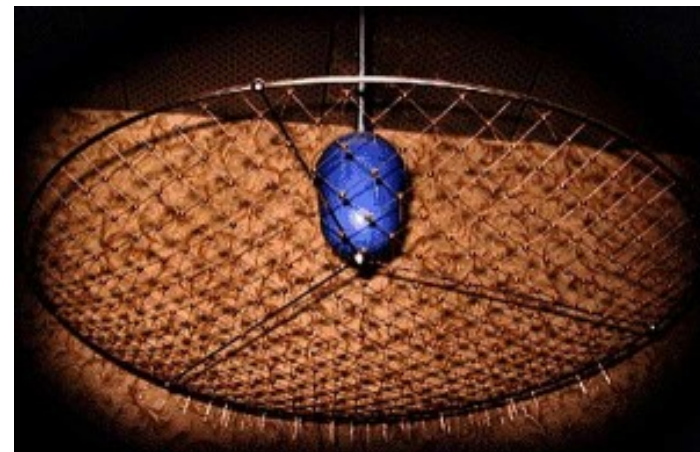


Аэроионотерапия



Недостатки:

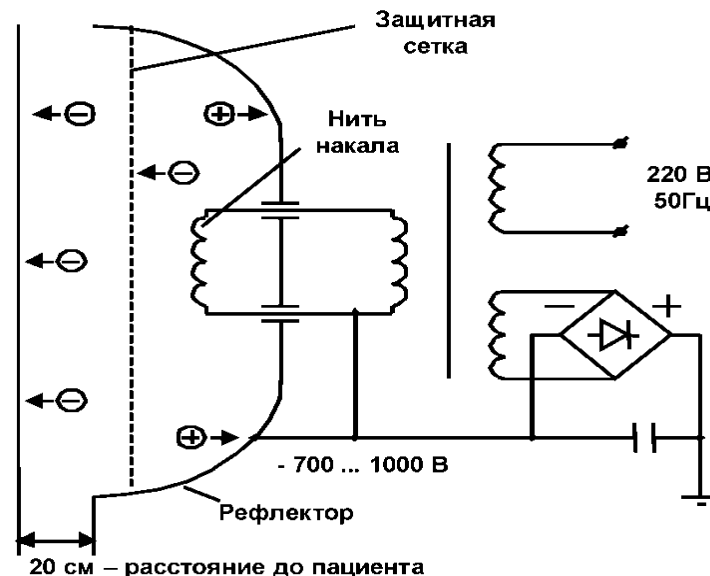
- образование физиологически активных газов (озона, окислов азота);
- недостаточная униполярность ионов.



Аэроионотерапия

Термоэлектронные ионизаторы воздуха:

- основаны на использовании термоэлектронной эмиссии раскаленных металлов;
- для получения термоэлектронной эмиссии используют платиновые или нихромовые нити накала.



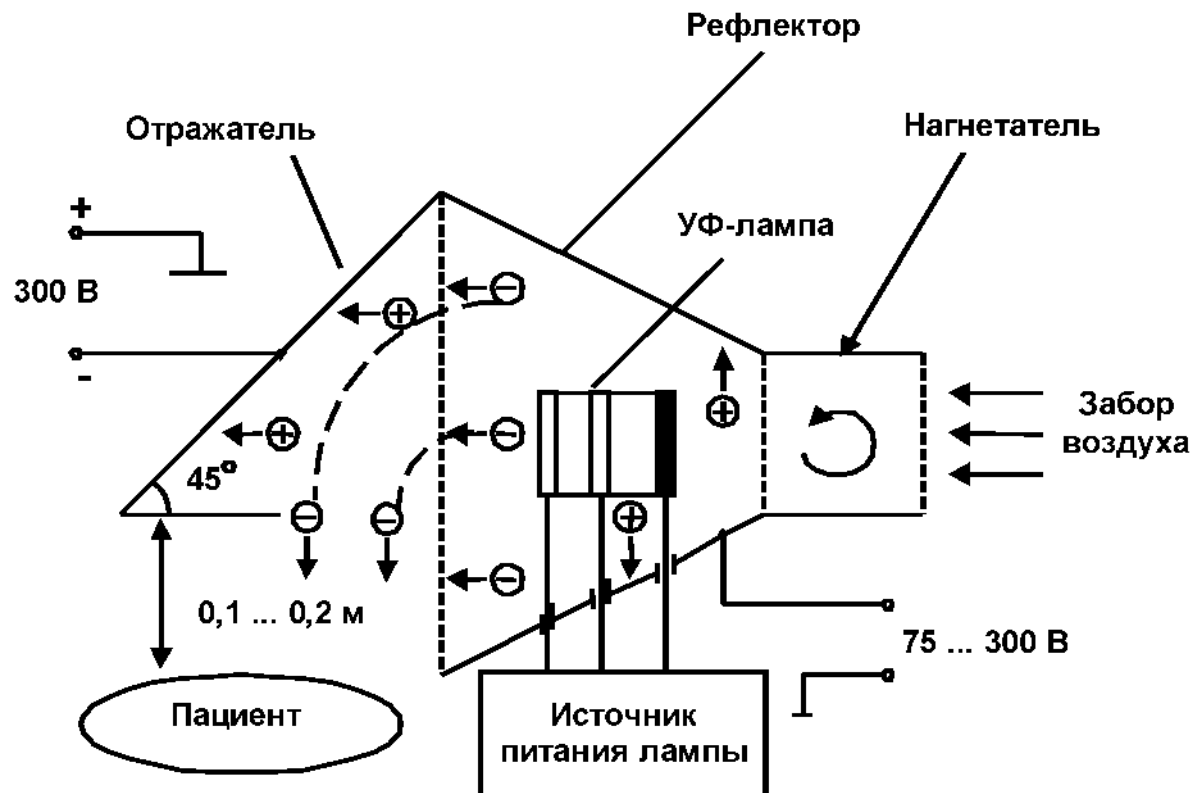
Отличительные особенности:

- практически полная униполярность аэроионов;
- применение термоионизаторов наиболее эффективно в случаях, когда необходимо сочетать аэроионотерапию с тепловым действием.

Аэроионотерапия

Ультрафиолетовые генераторы аэроионов:

- основаны на ионизирующем действии излучения ультрафиолетового (УФ) диапазона.
- используется УФ-излучение ртутно-кварцевой лампы,
- формирование направленного униполярного потока аэроионов осуществляется с помощью магнетателя и электростатических отражателя и сепаратора.



Аэрозольтерапия

Аэрозольтерапия - вдыхание с лечебной целью лекарственных и биологически активных веществ, распыленных в воздухе в виде аэрозоля.

Аэрозоли - дисперсные системы, в которых дисперсной фазой являются микроскопические частицы твердого или жидкого вещества, а дисперсной средой - газ или смесь газов.

Преимущества:

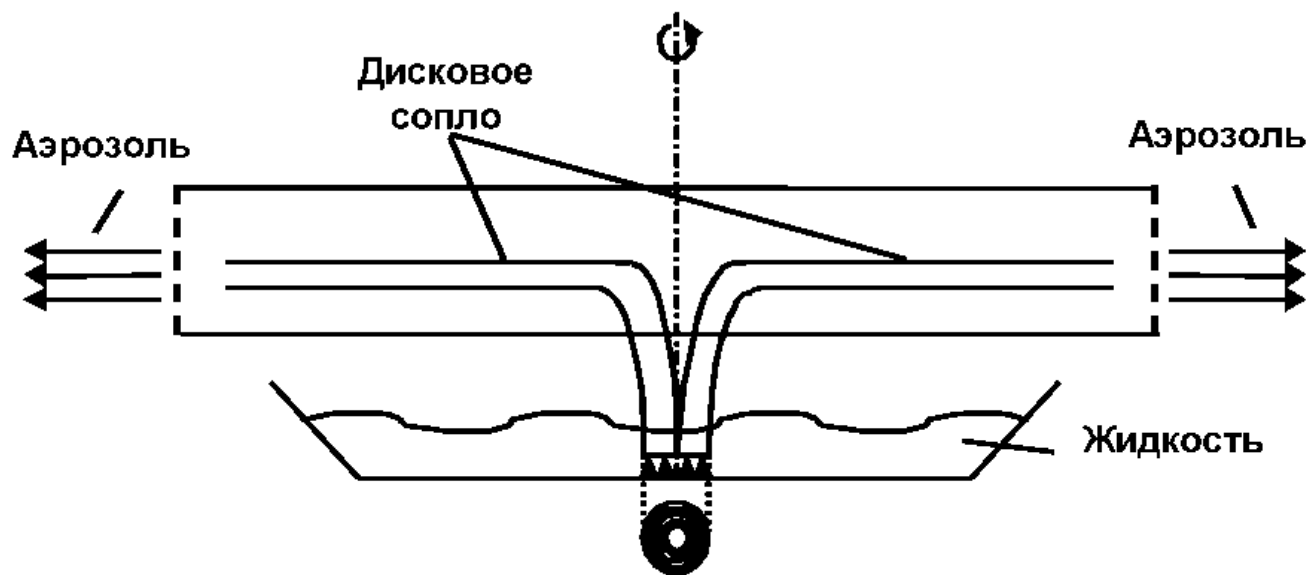
- увеличение общей поверхности частиц;
- уменьшение размеров частиц.

Электроаэрозольтерапия - лечебное применение аэрозолей, частицы которых имеют заряд.

Аэрозольтерапия. Аппараты

Механические аппараты:

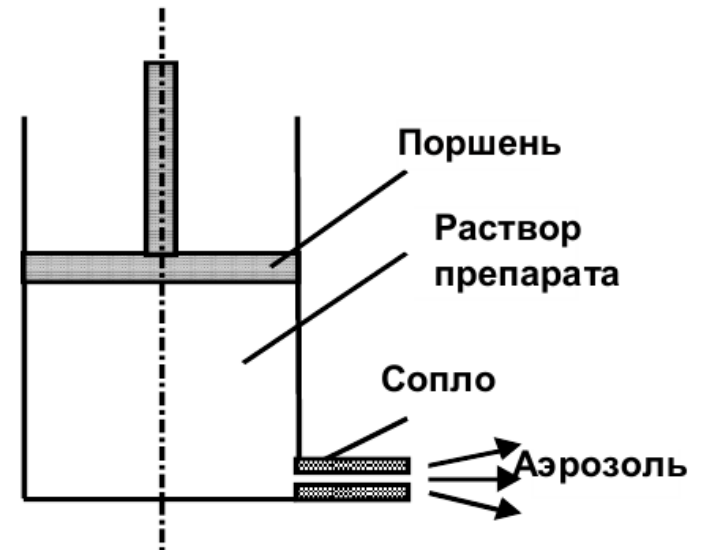
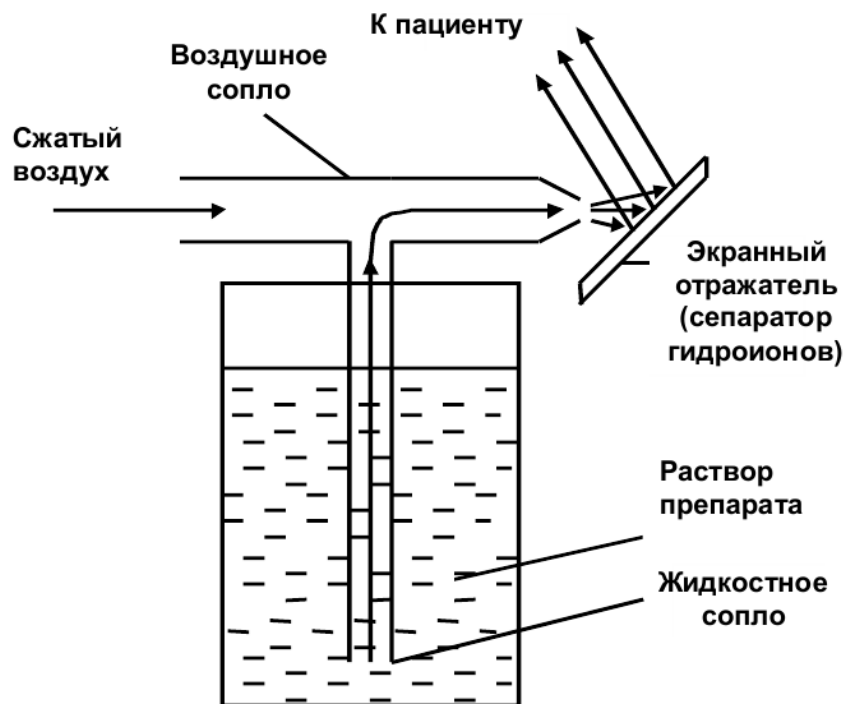
- используют принцип центробежного распыления;
- основа аппарата - круговое дисковое вращающееся сопло;
- по щелевым зазорам как по капиллярам жидкость поднимается из приемного сосуда и посредством инерционных сил распыляется в окружающее пространство;
- применяются для коллективных сеансов гидроаэрозольтерапии.



Аэрозольтерапия. Аппараты

Пневматические аппараты:

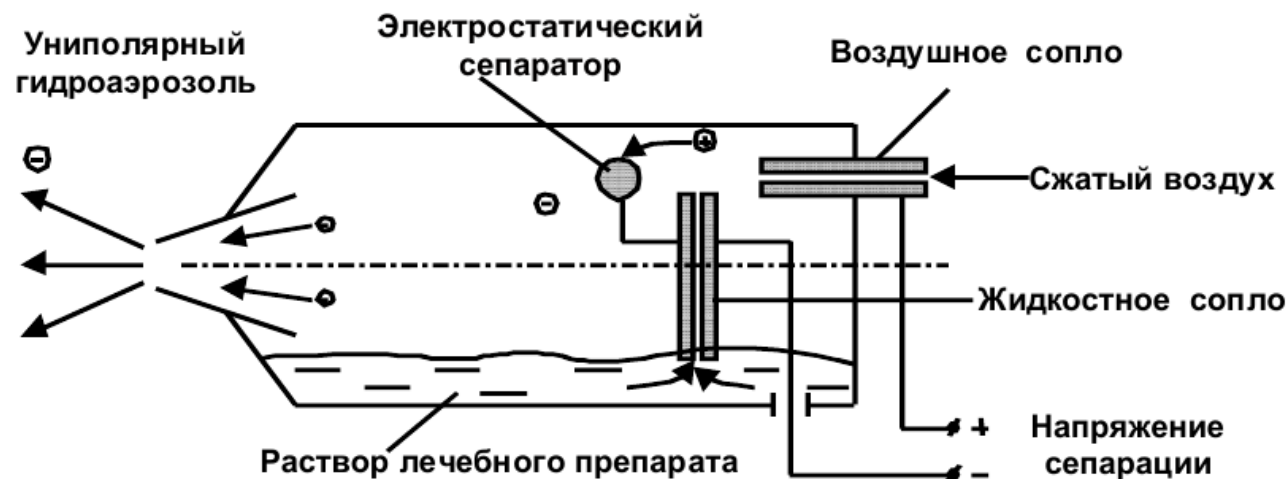
- распылитель прямого действия;



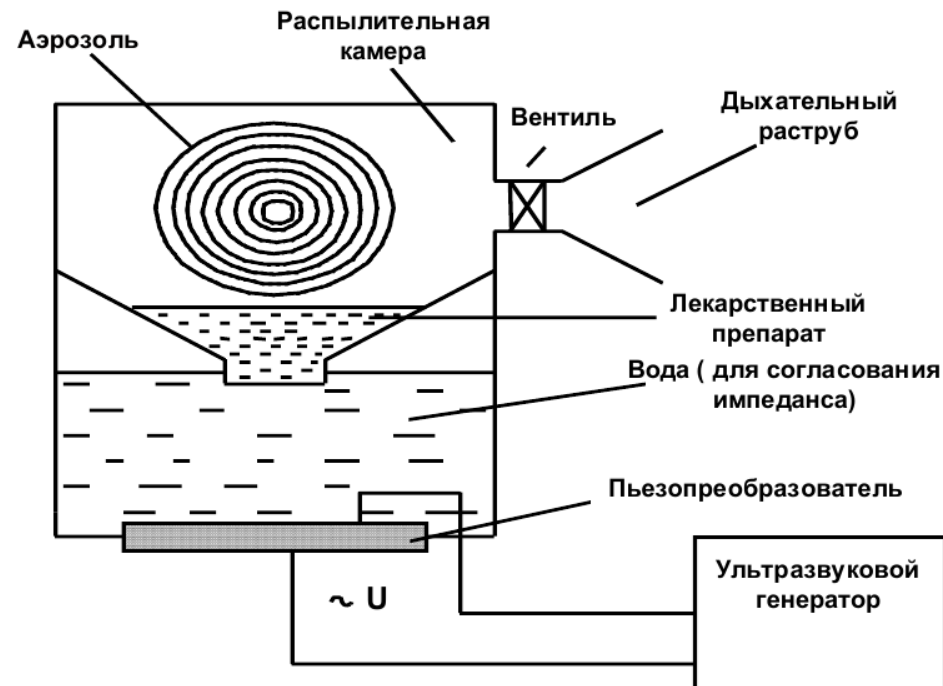
- простейший пневмогенератор гидроаэроионов;

Аэрозольтерапия. Аппараты

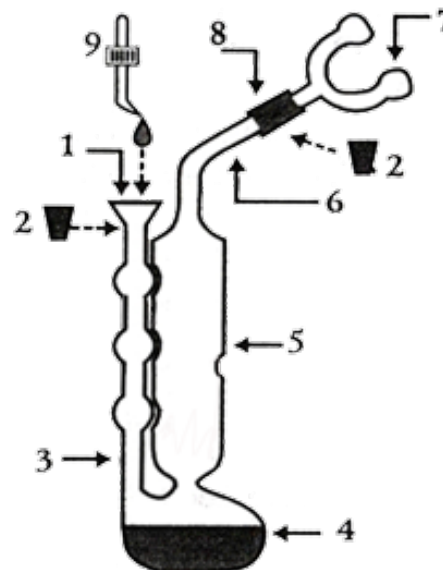
- электрогидроаэрозольный пневмогенератор;



- ультразвуковой генератор аэрозолей.



Ингаляторы. Ингалятор Махольда



1. воронка
2. защитная корковая пробка
3. входная труба
4. ёмкость для ингаляционной смеси
5. выходная труба
6. мундштук
7. насадка для носа
8. силиконовый переходник
9. пипетка

Ингаляторы. Компрессорный ингалятор

При работе компрессора в компрессорных небулайзерах в отверстие в камере с лекарством подается воздух, при помощи которого и образуется аэрозольный поток и раствор начинает распыляться.

