

3100A

АППАРАТ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ОСЦИЛЛЯТОРНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

© Авторское право сохраняется за VIASYS Healthcare, Critical Care Division, 2002

767124

Пересмотренный вариант К

Март 2002

Для получения необходимой информации по вопросам покупки оборудования, наладки и гарантийного / постгарантийного ремонта следует обращаться в ООО «Центр Перинатальной Медицины» – эксклюзивный представитель компании VIASYS Healthcare на территории РФ и стран СНГ:

109004, Москва, Товарищеский пер., д. 20-4
Тел. (495) 911-93-17 / 77,
Факс: (495) 911-36-71.

Ввод в эксплуатацию, наладка и гарантийный ремонт на территории России и стран СНГ осуществляются сервисными инженерами (и их представителями на местах) ООО «Центр Перинатальной Медицины».

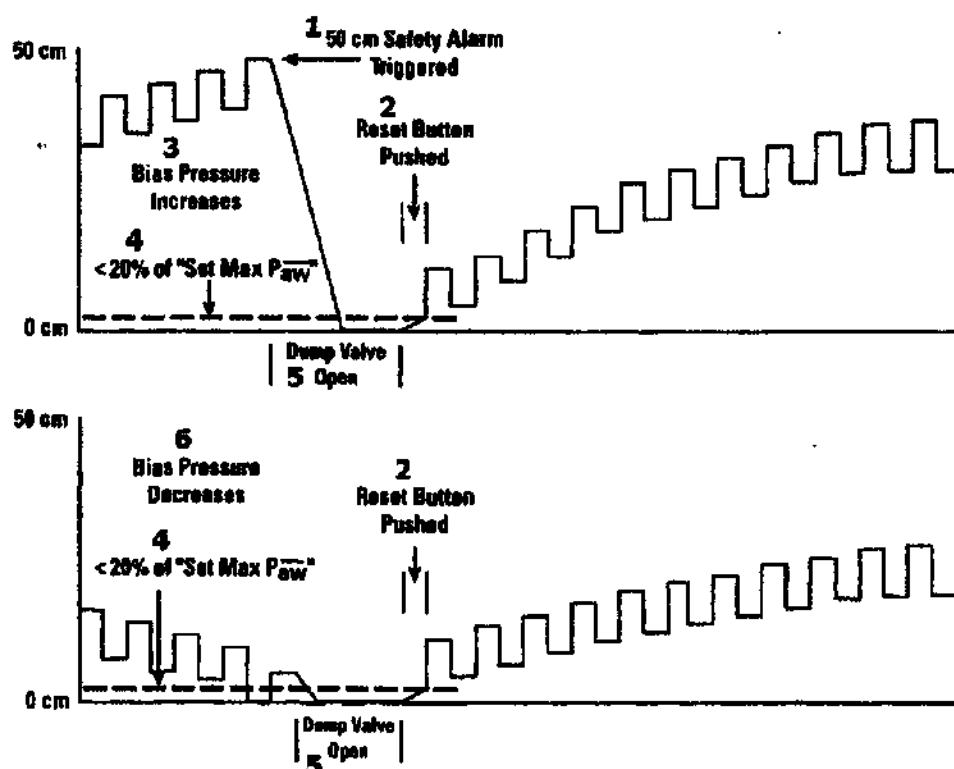


Рис. 1.4. Типичный волновой график осцилляций давления в проксимальном отделе дыхательных путей при активации клапана аварийного сброса

1 – Сигнал о нарушении безопасности при превышении 50 см H₂O; 2 – Нажата клавиша сброса и переустановки; 3 – Давление основного потока газовой смеси возрастает; 4 – Среднее давление в дыхательных путях ниже 20% заданного максимального значения P_{aw}; 5 – Клапан аварийного сброса открыт; 6 – Давление потока газовой смеси снижается

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: «Ловушку» конденсата нужно опорожнять периодически, через определенные интервалы времени (см. главу 6, «Техническое обслуживание, поиск и устранение неисправностей»).

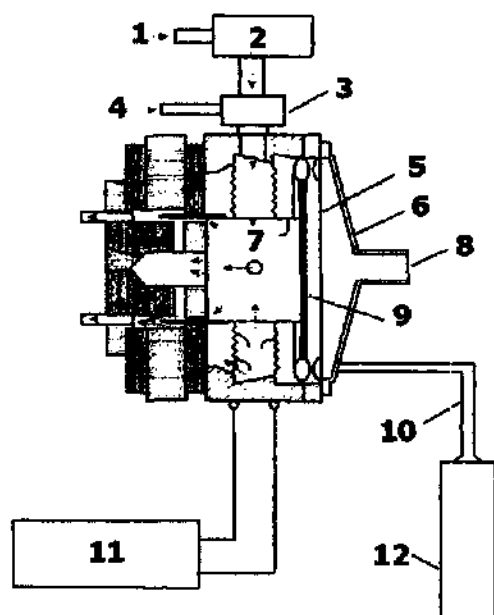
Функции регуляторов, которые обсуждались в предыдущих параграфах, а также функции сигналов тревоги, извещающие о нарушении безопасности, описаны далее в главе 3 («Расположение и функции ручек и клавиш регулировки, индикаторов и подсоединений»). Сборка контура пациента на монтажной стойке и её подсоединение к аппарату высокочастотной ИВЛ описаны в главе 2 («Сборка и установка»).

БЛОК ОСЦИЛЛЯТОРА

Компоненты блока осциллятора показаны на рис. 1.5. Конструкция включает в себя цепь электронного управления (драйвер, генерирующий прямоугольные колебания), приводящий в действие линейный шаговый двигатель, который – в свою очередь – приводит в действие электромагнитный привод. Это очень напоминает действие электромагнитного громкоговорителя.

Одна из главных особенностей конструкции состоит в том, что отсутствует физический контакт между постоянным магнитом и электрической катушкой, которая поддерживается центрирующей шайбой между полюсами постоянного магнита. Это позволило создать очень эффективную осцилляторную систему, работающую без трения и имеющую срок службы более 4 000 часов.

Когда генерирующий прямоугольные колебания драйвер имеет положительную полярность, он приводит в действие электрическую катушку и двигает вперед прикрепленный к ней электромагнитный привод в направлении пациента (вдох). Когда генерирующий прямоугольные колебания драйвер имеет отрицательную полярность, он приводит в действие электрическую катушку и двигает в обратном направлении прикрепленный к ней электромагнитный привод (выдох).



- 1 – Сжатый воздух
- 2 – Регулятор давления
- 3 – Пневмоусилитель
- 4 – Подаваемый комнатный воздух
- 5 – Мембрана осциллятора
- 6 – Пластмассовый корпус мембраны
- 7 – Катушка
- 8 – Порт контура пациента
- 9 – Диафрагма
- 10 – Трубка для слива конденсата
- 11 – Драйвер, генерирующий прямоугольные колебания
- 12 – «Ловушка» конденсата

Рис. 1.5. Схема блока осциллятора

Расстояние, которое проходит электромагнитный привод в каждом направлении, определяется

- величиной меняющего полярность напряжения, приложенного к электрической катушке,
- давлением в контуре пациента, с которым «встречается» пластина электромагнитного привода,
- током формирования противосилы, генерируемым в катушке электромагнитного привода,
- частотой прямоугольных волновых колебаний.

Напряжение на выходе драйвера, генерирующего прямоугольные колебания, регулируется регулятором мощности блока электронного управления и тревожной сигнализации.

Два механических упора ограничивают максимальное смещение электромагнитного привода в направлении полного вдоха и в направлении полного выдоха. Определяемый этими упорами максимальный ход электромагнитного привода (т.е. максимальный смещаемый объем газа) = 365 мл. Движение электромагнитного привода между двумя механическими упорами прослеживается с помощью инфракрасного сенсора и отображается (в виде линейного графика) на фронтальной панели блока электронного управления и тревожной сигнализации. Регулятор, имеющийся на этом блоке, тж. определяет частоту осцилляций.

% времени вдоха определяется другим регулятором блока электронного управления и тревожной сигнализации. Этот регулятор позволяет задать относительную продолжительность последовательных периодов, когда генерирующий прямоугольные колебания драйвер имеет положительную и отрицательную полярность и приводит в действие электрическую катушку и электромагнитный привод. Этот регулятор тж. определяет ток противосилы, который позволяет преодолеть тенденцию к смещению электромагнитного привода от центра под действием среднего давления в дыхательных путях

Как упоминалось ранее, смещение электрической катушки и электромагнитного привода определяется величиной напряжения, приложенного к электрической катушке. Общее время перехода, требуемое для этого смещения, составляет миллисекунды. Поэтому при работе осциллятора на более низких частотах электромагнитный привод будет стационарно находиться в положении полного смещения в течение большего времени той или иной фазы дыхательного цикла (т.е. в положении, соответствующем вдоху или выдоху).

По мере увеличения частоты осцилляций время смещения электрической катушки и электромагнитного привода на длину полного хода будет занимать все больше и больше времени от общей продолжительности дыхательного цикла. При увеличении частоты осцилляций электрическая катушка и электромагнитный привод не могут осуществить смещение на величину полного хода до того момента, когда генерирующий прямоугольные колебания драйвер сменит полярность, предопределяя смену направления их движения (но в точности эти явления определяются условиями в конкретном контуре пациента!). Поэтому амплитуда смещения электромагнитного привода осциллятора будет уменьшаться по мере увеличения частоты осцилляций.

См. Приложение Б («Спецификации»), где подробно указаны диапазон, разрешающая способность и точность функций различных регуляторов, влияющих на работу блока осциллятора. См. главу 3 («Расположение и функции ручек и клавиш регулировки, индикаторов и подсоединений»), где полностью описано использование этих регуляторов.

Главной частью блока осциллятора является линейный двигатель, поэтому должен быть предусмотрен механизм охлаждения электрической катушки. В аппарате 3100А для охлаждения используется поток воздуха от стандартного источника газа (со стены) под давлением 50 psig. Регулятор блока осциллятора дозирует воздушный поток, направляемый в воздушный охладитель по типу трубки Вентури так, что величина потока воздуха составляет 15 л/мин., после чего происходит подача комнатного воздуха (при величине потока ~ 45 л/мин.), и т.о. в итоге обеспечивается поток охлаждающего воздуха вокруг электрической катушки величиной 60 л/мин.

В осцилляторе имеется цепь температурного прерывания, чтобы отключать его в случае перегрева, обусловленного сбоями в работе системы охлаждения. Если такой сбой возникнет без последующего отключения осциллятора, это может привести к разрушению опорных центрирующих шайб. В системе температурного прерывания используется термистор на каркасе катушки осциллятора, выявляющий повышение температуры. Если температура катушки превысит 190°C, произойдет остановка осциллятора, обусловленная повышением температуры.

Перед остановкой осциллятора, обусловленной повышением температуры, оператор получает сигнал о перегреве катушки. Когда температура катушки достигает ~ 175°C, поступает сигнал предупреждения: загорается желтый светодиод, расположенный на передней панели блока управления.

МОНИТОР ДАВЛЕНИЯ В ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЯХ

Монитор давления в дыхательных путях – очень важный блок аппарата 3100А. Большая часть сигналов тревоги, извещающих о нарушении безопасности, и предупреждающих сигналов тревоги подаются на основании значений среднего давления в дыхательных путях, определяемых этим монитором.

Монитор давления в дыхательных путях отслеживает давление в контуре пациента через трубку диаметром 1/8 дюйма, которая соединяет Y-образный эндотрахеальный коннектор в контуре пациента с датчиком, входящим в состав монитора давления в дыхательных путях. Небольшая струя потока сухого газа из смесителя (500 мл/мин) постоянно подается аппаратом 3100А к Y-образному эндотрахеальному коннектору пациента, чтобы водяные пары не создавали даже частичного препятствия на линии отслеживания давления.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Несоблюдение рекомендованных процедур техобслуживания монитора давления в дыхательных путях (см. главу 6) может привести к травме пациента и/или обслуживающего персонала или к повреждению аппарата ИВЛ и подсоединенного к нему оборудования.

Монитор давления в дыхательных путях обрабатывает мгновенные показатели измерений давления, выполняемых его датчиком, чтобы получить следующую информацию:

1. Среднее давление в дыхательных путях (Paw)
2. Амплитуда осцилляций давления (ΔP).

Среднее давление в дыхательных путях по сути является средним арифметическим результатом измерений давления в дыхательных путях. Его получают путем фильтрации сигналов о мгновенных значениях этой величины (с использованием фильтра с низкочастотной полосой пропускания до 0,5 Гц).

Величину ΔP получают путем вычитания минимального давления осцилляций из пикового (т.е. максимального) давления осцилляций.

В Приложении Б («Спецификации») приведен полный перечень спецификаций монитора давления в дыхательных путях. Подробное описание его регулятора и дисплея, на который поступает информация, приведены в главе 3 («Расположение и функции ручек и клавиш регулировки, индикаторов и подсоединений»).

БЛОК ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И ТРЕВОЖНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Эта подсистема (или блок) содержит ручки управления блоками осциллятора и тревожной сигнализации. Он состоит из различных электронных цепей и логических элементов. Он обобщает информацию, получаемую от монитора давления в дыхательных путях, и на основе этой информации реагирует самым

безопасным для пациента образом. Он использует эту информацию для управления работой блока осциллятора и блока управления пневматикой.

Ниже перечислены ручки регулировки блоком осциллятора, которые являются частью блока электронного управления и тревожной сигнализации:

- Мощность
- Частота – Гц
- % Времени вдоха
- Старт/Стоп

Функция этих регуляторов подробно описана в главе 3 («Расположение и функции ручек и клавиш регулировки, индикаторов и подсоединений»).

Данный блок также содержит следующие индикаторы для оповещения о текущем состоянии блока осциллятора:

- Линейный график, показывающий положение и смещение электромагнитного привода.
- Светодиод «Старт/Стоп».
- Цифровой монитор величины ΔP .
- Цифровой монитор % времени вдоха.
- Цифровой монитор частоты.

Согласованная работа этих индикаторов совместно с ручками регулировки блока осциллятора подробно описана в главе 3 («Расположение и функции ручек и клавиш регулировки, индикаторов и подсоединений»).

Частью этого блока являются следующие индикаторы и ручки регулировки тревожной сигнализации:

- Дисковый переключатель для установки максимального уровня P_{aw} и светодиодный индикатор, срабатывающий при превышении заданного предельного уровня P_{aw} .
- Дисковый переключатель для установки минимального уровня P_{aw} и светодиодный индикатор, срабатывающий при падении давления ниже предельного уровня P_{aw} .
- Светодиодный индикатор $P_{aw} > 50$ см H_2O .
- Светодиодный индикатор $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального значения P_{aw} .
- Кнопка и светодиодный индикатор заглушения сигнала тревоги на 45 сек.
- Кнопка сброса и переустановки тревоги (Reset).
- Светодиодный индикатор низкого заряда батарейки.
- Светодиодный индикатор низкого давления подаваемого газа.
- Светодиодный индикатор перегрева осциллятора.
- Светодиодный индикатор остановки осциллятора.
- Светодиодный индикатор сбоя электропитания.

Диапазон, разрешающая способность и точность этих функций тревожной сигнализации описаны в Приложении Б («Спецификации»). Эксплуатация и назначение этих ручек регулировки и индикаторов подробно описаны в главе 3 («Расположение и функции ручек и клавиш регулировки, индикаторов и подсоединений»).

Функционирование тревожной сигнализации зависит от входных сигналов, поступающих с монитора давления в дыхательных путях, от блока осциллятора и от блока управления пневматикой.

БЛОК ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Блок электропитания преобразует напряжение переменного тока в напряжение постоянного тока, которое требуется для питания блока электронного управления и тревожной сигнализации, монитора давления в дыхательных путях и блока осциллятора.

Спецификации подробно приведены в Приложении Б. Процедуры технического обслуживания описаны в главе 6 («Техническое обслуживание, поиск и устранение неисправностей»).

ФУНКЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Модель 3100A аппарата ВЧОВ спроектирована с множеством функций обеспечения безопасности, которые позволяют избежать нанесения травм пациенту и предотвратить поломку оборудования. Эти функции обеспечения безопасности включены в конструкции различных блоков:

- Предупреждающие сигналы тревоги.
- Сигналы тревоги, извещающие о нарушении безопасности.
- Сигнал тревоги о сбое электропитания.

- Сигнал тревоги об остановке осциллятора.
- Предостерегающие сигналы тревоги.
- Остановка осциллятора при перегреве.
- «Ловушка» конденсата.
- Клапаны сброса давления для защиты оборудования от поломки из-за избыточного давления.
- Интеллектуальная схема запуска осциллятора, предотвращающая воздействие слишком высокого или слишком низкого осцилляторного давления на пациента.

Аппарат имеет 2 предупреждающих сигнала тревоги, которые программируются путем установки максимального и минимального предельных значений P_{aw} и подаются индикаторами (красными светодиодными индикаторами и звуковым сигналом 3 кГц). Эти сигналы тревоги автоматически отключаются после устранения тревожного состояния. При этом аппарат не предпринимает никаких действий, но требуется вмешательство оператора.

Сигналы тревоги, извещающие о нарушении безопасности, подаются при $P_{aw} > 50$ см H_2O и при $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального значения P_{aw} . Они подаются точно так же, как и предупреждающие сигналы тревоги, описанные выше. При срабатывании любого из этих 2 сигналов тревоги осциллятор останавливается (основной поток сохраняется), а клапан аварийного сброса открывает контур пациента внешнему атмосферному давлению. Сигнал тревоги « $P_{aw} > 50$ см H_2O » можно сбросить и переустановить, лишь нажав кнопку **Reset** («Сброс и переустановка тревоги») после устранения причины тревожной ситуации (т.е. высокого давления). Сигнал тревоги « $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального значения P_{aw} » сбрасывается и переустанавливается сразу же после устранения причины тревожной ситуации (т.е. низкого давления). Параметры для срабатывания сигнала тревоги « $P_{aw} > 50$ см H_2O » устанавливаются предварительно, а параметры срабатывания сигнала тревоги « $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального значения P_{aw} » всегда будут составлять 20% от максимального значения P_{aw} , заданного с помощью дискового регулятора.

Когда срабатывает тревога сбоя электропитания, аппарат не предпринимает никаких действий, кроме подачи звукового сигнала (на частоте 3 кГц) и визуального сигнала (загорается красный светодиод). Сброс и переустановка тревоги сбоя электропитания производится путем нажатия кнопки **Reset** («Сброс и переустановка тревоги») независимо от того, устранено тревожное состояние или нет (отсоединение от источника питания или недостаточное питание блока электронного управления и тревожной сигнализации). Для перезапуска осциллятора затем нужно нажать кнопку «Старт / Стоп». Во время нажатия кнопки **Reset** («Сброс и переустановка тревоги») загорается светодиод, извещающий о низком заряде батарейки; это нормально.

При предостерегающих сигналах тревоги загорается только желтый светодиодный индикатор, звуковой сигнал тревоги при этом не подается. Предостерегающими сигналами тревоги являются следующие:

- сигнал о низком заряде батарейки,
- сигнал о низком давлении подаваемого газа,
- сигнал о перегреве осциллятора,
- сигнал о заглушении тревоги на 45 секунд.

Медперсонал может сбросить сигналы о низком заряде батарейки, о низком давлении подаваемого газа и сигнал о перегреве осциллятора только после устранения причин их возникновения. Индикатор сигнала о заглушении тревоги на 45 секунд будет гореть в течение всего 45-секундного периода заглушения. В течение этого 45-секундного периода звуковые сигналы тревоги подаваться не будут даже при возникновении условий, когда они обычно подаются. Все визуальные индикаторы тревоги будут действовать, как обычно.

Сигнал тревоги об остановке осциллятора подается, если величина $\Delta P < 5 - 7$ см H_2O . При этом загорается красный светодиодный индикатор и подается звуковой сигнал на частоте 3 кГц. При этом аппарат не предпринимает никаких действий, а сброс данного сигнала происходит автоматически после устранения тревожной ситуации. Обратите внимание на то, что осциллятор может фактически работать, но итоговая величина ΔP составляет $< 5 - 7$ см H_2O . Если же осциллятор отключают нажатием кнопки «Старт / Стоп», тогда сигнал тревоги об остановке осциллятора не подается.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Звуковой сигнал тревоги указывает на наличие условий, которые потенциально вредны для пациента и не должны оставаться без внимания. Отсутствие должной реакции на эти сигналы тревоги может привести к травме пациента (и даже к его смерти) и/или повреждению аппарата ИВЛ.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Когда пациент подсоединен к аппарату ИВЛ, медперсонал должен постоянно

следить за работой аппарата, чтобы своевременно прореагировать на все сигналы тревоги или выявить любые другие признаки, свидетельствующие о той или иной проблеме.

Блок осциллятора имеет функцию безопасности – остановки при перегреве осциллятора. Если не отключить осциллятор, такой перегрев может вызвать разрушение опорных центрирующих шайб катушки осциллятора. В системе остановки осциллятора при его перегреве использован термистор на каркасе катушки осциллятора, который выявляет повышение температуры. Остановка осциллятора вследствие перегрева происходит, когда температура катушки превысит 190°C.

До того как произойдет остановка осциллятора, вызванная перегревом, медперсонал получает сигнал о перегреве катушки. Когда температура катушки достигает ~175°C, загорается желтый предостерегающий светодиодный индикатор, расположенный на передней панели блока управления.

«Ловушка» конденсата входит в состав блока осциллятора; она предназначена для вывода конденсата из контура пациента. Эта функция безопасности не встречается во многих обычных аппаратах ИВЛ, имеющих аналогичный потенциал накопления конденсата. Опорожнение «ловушки» конденсата осуществляется легко (см. главу 6, «Техническое обслуживание, поиск и устранение неисправностей»).

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: «Ловушку» конденсата нужно опорожнять периодически, через определенные интервалы времени (см. главу 6, «Техническое обслуживание, поиск и устранение неисправностей»). Если аппарат ИВЛ функционирует, оставляйте небольшое количество воды на дне «ловушки» конденсата: оно послужит своеобразной герметичной прослойкой, предотвращающей сброс потока и давления в аппарате через запорный кран «ловушки» конденсата.

Также имеются механические устройства для сброса давления с целью защиты оборудования от поломки. Механический клапан сброса давления, срабатывающий при давлении 75 psig, защищает от повреждений входной порт от смесителя и входной порт для подачи охлаждающего воздуха. Выходной порт к увлажнителю защищен механическим клапаном для сброса давления, срабатывающим при давлении 5 psig. Эти устройства функционируют независимо от того, подается ли электропитание к аппарату 3100A или нет.

Осциллятор не запустится, если ручки регулировки используются не в той последовательности, как надо, и / или не настроены на правильные диапазоны значений. Процедура запуска описана в главе 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»).

Распаковка

Сборка

Чистка и дезинфекция перед использованием

В данной главе описаны распаковка, сборка и установка модели 3100A аппарата ВЧОВ, выполняемые до проверки правильности функционирования аппарата.

РАСПАКОВКА

Модель 3100A аппарата ВЧОВ поставляется в ящике, содержащем оборудование (блок управления, системная стойка и основание в собранном виде) и несколько картонных упаковок мелкого размера, в которых находятся следующие предметы:

- Поддерживающий кронштейн для крепления дыхательного контура пациента.
- 4 полных контура пациента, разделенные на 3 сегмента и упакованные по 4 в коробке.
- Трубки и адаптеры для подсоединения на входе к увлажнителю и на выходе из него.
- Коробка с 10 запасными фильтрами, которые устанавливают на входе газовой смеси и на входе воздуха.
- Инструкция по эксплуатации.
- Монтажные скобы для крепления увлажнителя.

Если при распаковке аппарата ИВЛ обнаружится повреждение или отсутствие каких-либо компонентов, обратитесь к уполномоченному представителю компании Viasys.

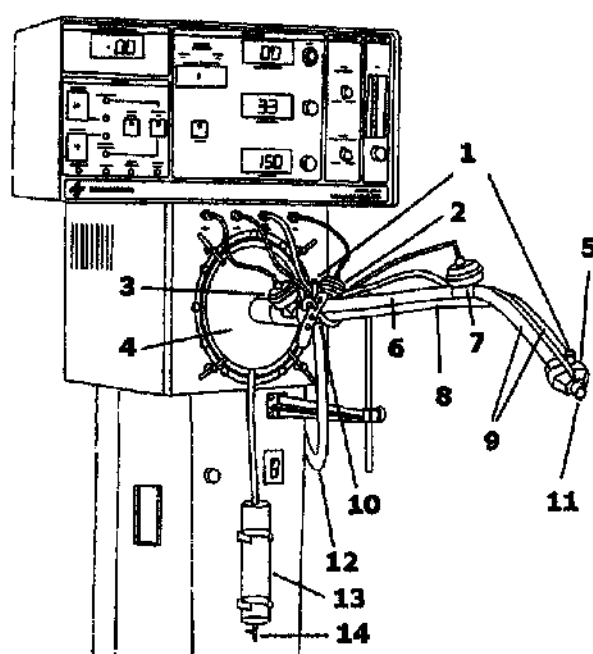
СБОРКА

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Любое (даже малейшее) отклонение от описанных здесь методов сборки может привести к поломке аппарата 3100A, сделать его механически нестабильным или вызвать нарушение его функций. По всем вопросам относительно сборки сразу же обращайтесь к уполномоченным инженерам, и лишь после этого можно переходить к дальнейшим действиям.

Разместите предварительно собранные блок управления, системную стойку и основание на ровном полу и зафиксируйте положение при помощи стопорных колесиков.

Поддерживающий кронштейн для крепления контура пациента

Перед подсоединением контура пациента к аппарату соберите поддерживающий кронштейн для крепления контура пациента. Для этого нужна отвертка для заворачивания винтов с плоской головкой.



- 1 – Порты для подсоединения датчика температуры
- 2 – Клапан ограничения давления
- 3 – Клапан контроля давления
- 4 – Пластиковый корпус мембраны осциллятора
- 5 – Y-образный коннектор
- 6 – Сегмент выдоха
- 7 – Клапан аварийного сброса
- 8 – Сегмент вдоха
- 9 – Трубки, соединяющие сегменты вдоха и выдоха с Y-образным эндотрахеальным коннектором
- 10 – Соединительный коннектор с внутренним диаметром 3/8 дюйма для подсоединения к входному порту потока газовой смеси
- 11 – Порт для подсоединения интубационной (эндотрахеальной) трубки
- 12 – Трубка основного потока газовой смеси
- 13 – «Ловушка» конденсата
- 14 – Запорный клапан

Рис. 2.1 Схема контура пациента

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: При подсоединении контура пациента удостоверьтесь, что он надежно укреплен на специальном поддерживающем кронштейне и правильно ориентирован. Невыполнение этих правил может привести к непреднамеренному отсоединению контура пациента (из-за действующих осцилляторных сил), а т.ж. к накоплению конденсата в воздушных путях пациента.

Примечание: Угол расположения контура пациента также можно контролировать, ослабляя винт на поддерживающем кронштейне и передвигая его вверх или вниз. **ВНИМАНИЕ:** не забывайте снова завинтить этот винт!

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед подсоединением контура пациента к аппарату следует тщательно осмотреть мембрану драйвера аппарата 3100A на предмет порезов или разрывов. При выявлении любых повреждений нельзя начинать вентиляцию легких пациента, т.к. это может привести к неисправности аппарата. Немедленно обратитесь к уполномоченным инженерам.

Сборка контура пациента

Соберите контур пациента, сверяясь с рис. 2.1.

1. Подсоедините основную часть контура пациента к пластиковому корпусу мембраны осциллятора (с «ловушкой» конденсата), затем зафиксируйте 3 одинаковых колпачка/мембраны к 3 клапанам, расположенным на основной части контура пациента.
2. Подсоедините собранный контур пациента к передней стороне блока осциллятора, используя для этого 4 Т-образные крепежные детали, рассчитанные на 1/4 оборота.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: При фабричной сборке мембрану драйвера 3100A покрывают специальной смазкой. **НЕЛЬЗЯ** производить очистку мембрану драйвера, используя чистящие растворители, т.к. это может привести к нарушению целостности материалов и – следовательно – к преждевременному изнашиванию мембраны драйвера.

3. Подсоедините 3 трубки с цветной маркировкой к крышкам соответствующих клапанов, пользуясь следующей схемой цветной маркировки:

Цвет трубки	Место подсоединения в контуре пациента
Голубой	Клапан ограничения давления
Зеленый	Клапан контроля P _{aw}
Красный	Клапан аварийного сброса
Прозрачный	Датчик давления

ВНИМАНИЕ: разные длины и цветная маркировка трубок и физическое расположение клапанов в контуре пациента предназначены для того, чтобы свести к минимуму возможность их перекрещивания.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Следует тщательно следить за тем, чтобы при сборке, эксплуатации или очистке аппарата не возникало перегибов или перфораций линий, предназначенных для контроля за функциональными параметрами аппарата (эти трубки идут к контуру пациента или отходят от него), т.к. это приведет к неправильному срабатыванию различных сигналов тревоги, извещающих о нарушении безопасности системы или предупреждающих о тревожных ситуациях, и/или к неправильному функционированию ручек/кнопок, с помощью которых устанавливают предельные значения давления.

4. Подсоедините трубку из полихлорвинила диаметром 1/8 дюйма (она отходит от Y-образного эндотрахеального коннектора контура пациента и предназначена для измерения давления) к коннектору Люеровского типа с маркировкой "Airway Pressure" («Давление в дыхательных путях»).
5. Наконечник, вставьте температурный датчик увлажнителя в конусообразное отверстие около Y-образного эндотрахеального коннектора. Обратите внимание, что точно такой же порт с вынимаемой пробкой расположен на противоположном конце контура пациента. Всегда вставляйте пробку в неиспользуемый порт.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Протирая температурный датчик спиртом, подождите, чтобы спирт полностью испарился, и лишь после этого датчик можно устанавливать в контур. Высокое остаточное содержание спирта может ослабить акриловый адаптер и привести к трещинам и перелому.

Примечание: Всегда вставляйте пробку (входящую в комплект поставки) в порт, который не используется для измерения температуры. Несоблюдение этого требования приводит к нарушению герметичности, причем утечка будет достаточно велика – настолько, что не удастся создать минимальное P_{aw}, необходимое для запуска осциллятора.

Чтобы контур пациента располагался на нужной высоте и под нужным углом, прибегните к регулировке вертикального стержня на поддерживающем кронштейне, как описано выше. При правильно подобранном угле конденсат будет стекать вниз, попадая в «ловушку» конденсата, укрепленную на стойке.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Не пытайтесь применять контуры пациента другой конфигурации (от других аппаратов ИВЛ), т.к. это может привести к нанесению травмы пациенту и/или оператору или вызвать повреждение аппарата. Контур пациента, описанный в данном руководстве, специально предназначен для использования в сочетании с моделью аппарата 3100A.

Подсоединение смесителя и увлажнителя к системе

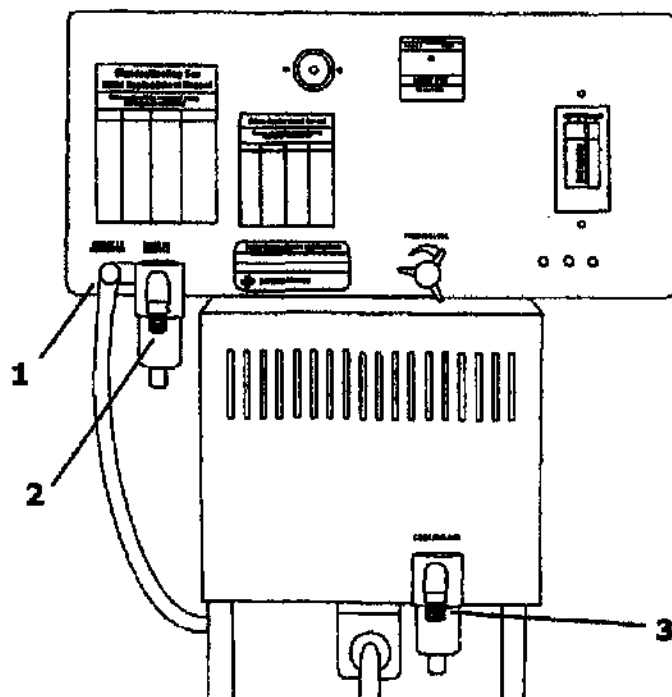


Рис. 2.2. Подсоединения к задней панели

1 – Выход к увлажнителю (штуцер диаметром 3/8 дюйма); 2 – Вход от смесителя; 3 – Подсоединение для подачи охлаждающего воздуха.

Приобретите наружный смеситель воздуха / кислорода и наружный увлажнитель, чтобы включить их в работу всей системы. Подсоедините эти устройства к контуру пациента, используя для этой цели входящие в комплект поставки крепежные принадлежности и сверяясь с рис. 2.1 и 2.2. Нужно сделать следующие подсоединения:

Устройство	Подсоединение(я) входного порта	Подсоединение(я) выходного порта
Смеситель воздуха / кислорода	(а) От источника сжатого медицинского воздуха (б) От источника сжатого медицинского кислорода	К разъему на задней панели блока управления с маркировкой "INLET FROM BLENDER" («Вход от смесителя»)
Увлажнитель	От разъема на задней панели блока управления с маркировкой "OUTLET TO HUMIDIFIER" («Выход к увлажнителю»)	К соединительному коннектору диаметром 3/8 дюйма для подачи основного потока в контуре пациента

Имеется дополнительное подсоединение: источник сжатого медицинского воздуха нужно подсоединить к разъему для подачи охлаждающего воздуха, который расположен на системной стойке и имеет маркировку "AIR COOLING" («Охлаждающий воздух»).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Не укорачивайте трубку осевого потока длиной 76 см, которой снабжен контур пациента, т.к. это может привести к уменьшению максимальной величины ΔP (осцилляционное давление будет ослаблено из-за более близкого расположения резервуара увлажнителя).

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Фильтры на входе газовой смеси и воздуха в аппарат ИВЛ нужно заменять как минимум по истечении 500 часов эксплуатации (см. главу 6, «Техобслуживание, поиск и устранение неисправностей»). Несоблюдение правил по замене входных фильтров или замена использованных фильтров новыми фильтрами, не разрешенными для использования в данном аппарате, может привести к травмированию пациента и/или повреждению оборудования. Используйте только входные фильтры от компании **SensorMedics**, № по каталогу 463110 (10 шт. в коробке, № по каталогу 767163).

Выберите подходящую электророзетку для подключения аппарата 3100А так, чтобы её минимальные характеристики соответствовали электрическим спецификациям аппарата ВЧОВ (см. Приложение Б).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Не пытайтесь нарушать правильное соединение заземляющего шнура, т.к. это может привести к поломке аппарата или подсоединенного к нему оборудования, от чего может пострадать пациент, а также обслуживающий персонал. Предприятие-изготовитель оснащает данный аппарат шнуром с вилкой для подключения к источнику переменного тока, предназначенным для использования в медицинских учреждениях. Надежность заземления может быть гарантирована только в том случае, когда этот шнур с вилкой подсоединяют к проверенной электророзетке, которая предназначена для использования в медицинских учреждениях.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед каждым использованием аппарата следует удостовериться в его правильном функционировании. См. главу 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»). Правильность функций тревожной сигнализации, проверяемых в ходе этой процедуры, гарантирует, что аппарат сможет выявить и сообщить персоналу обо всех состояниях, которые могут неблагоприятно повлиять на пациента.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Не используйте радиопередающие устройства в пределах 6 м от данного аппарата. Это может привести к ошибкам при считывании значений давления, что – в свою очередь – вызывает ложное срабатывание сигнала тревоги и автоматическое выключение аппарата.

ЧИСТКА И ДЕЗИНФЕКЦИЯ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

Аппарат 3100А не требует никакой предварительной чистки перед началом эксплуатации. Компоненты дыхательного контура пациента поставляются чистыми, но они не стерильны. При желании основу дыхательного контура можно дезинфицировать перед эксплуатацией в соответствии с инструкциями, приведенными в главе 6, «Техническое обслуживание, поиск и устранение неисправностей» (в разделе «Замена дыхательного контура пациента»).

Теперь аппарат 3100А готов к проверке правильности функционирования и к запуску (см. главу 4). Перед запуском аппарата мы рекомендуем тщательно ознакомиться с расположением и функциями всех ручек и клавиш регулировки (см. главу 3).



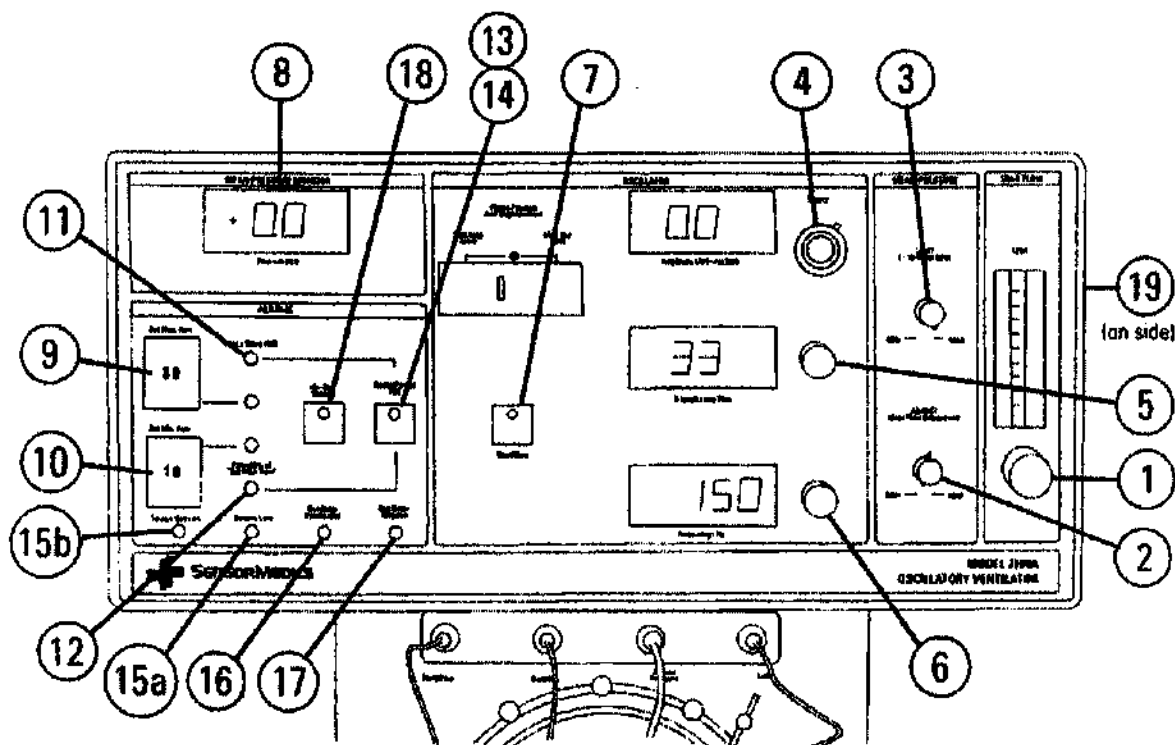
РАСПОЛОЖЕНИЕ И ФУНКЦИИ РУЧЕК И КНОПОК РЕГУЛИРОВКИ, ИНДИКАТОРОВ И ПОДСОЕДИНЕНИЙ

Передняя и боковая панель – блок управления
Задняя панель – блок управления
Системная стойка и контур пациента

В данной главе описаны расположение, функции и применение каждой ручки/кнопки регулировки, индикатора и подсоединения в модели 3100A аппарата ВЧОВ. В описаниях приведены номера ссылок к иллюстрациям в данной главе. Подробные спецификации (с указанием разрешающей способности и точности функций ручек/кнопок регулировки и индикаторов) приведены в Приложении Б. Функционирование всей системы 3100A в целом и каждого из ее блоков объяснено в главе 1 («Описание системы и функции обеспечения безопасности»).

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед каждым использованием аппарата следует удостовериться в его правильном функционировании. См. главу 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»). Правильность функций тревожной сигнализации, проверяемых в ходе этой процедуры, гарантирует, что аппарат сможет выявить и сообщить персоналу обо всех состояниях, которые могут неблагоприятно повлиять на пациента.

ПЕРЕДНЯЯ И БОКОВАЯ ПАНЕЛЬ – БЛОК УПРАВЛЕНИЯ



On side – сбоку

Рис. 3.1. Ручки/клавиши регулировки и индикаторы на передней панели
Числа, приводимые на рис. 3.1, соответствуют нумерации описания.

1. Регулятор основного (осевого) потока газовой смеси регулирует скорость непрерывного потока увлажненной газовой смеси в контуре пациента и осуществляет её индикацию. Регулятор представляет собой пневматический клапан на 15 поворотов; газопоток увеличивается при повороте регулятора против часовой стрелки.

Индикация скорости газопотока осуществляется с помощью плавающего шарика в стеклянной трубке ротаметра, отградуированной в диапазоне от 0 до 60 л/мин. с ценой деления 5 л/мин. Показания считываются при совмещении центра плавающего шарика с отметкой на шкале ротаметра, соответствующей заданному значению потока. Максимально достигаемая скорость потока ограничена (внутренним ограничителем) значением 40 л/мин.

2. Регулятор среднего давления (Paw) регулирует среднее давление в дыхательных путях (Paw) посредством регуляции сопротивления, создаваемого клапаном контроля давления. Этот регулятор представляет собой пневматический клапан (на 1 поворот) и увеличивает давление при вращении по часовой стрелке.

Отрегулированная этим регулятором величина давления отображается на мониторе Paw (8).

Этот регулятор не работает по замкнутому циклу, поэтому Paw будет изменяться при изменении заданной величины основного (осевого) газопотока. При увеличении заданной величины основного (осевого) газопотока будет возрастать Paw. Кроме того, генерируемые блоком осциллятора волны колебаний давления несимметричны, поэтому все регулировки функциональных параметров, производимые с помощью регуляторов осциллятора, будут также приводить к изменениям Paw.

После изменения значения давления, задаваемого клапаном контроля Paw, он производит регулировку среднего давления в дыхательных путях в месте подсоединения пациента к эндотрахеальной (интубационной) трубке не сразу, а по истечении некоторого времени (от 1 до 30 сек.), но лишь при условии, если заданная величина основного (осевого) потока газовой смеси и характеристики осциллятора остаются неизменными в течение этого же периода времени. Это время зависит прямо пропорционально от заданного сопротивления, создаваемого клапаном контроля Paw, и обратно пропорционально – от заданной величины основного (осевого) газопотока.

Изменения настроек следующих регуляторов осциллятора могут потребовать заново произвести настройку среднего давления для поддержания постоянной величины Paw:

- регулятор частоты осцилляций,
- регулятор % времени вдоха,
- регулятор мощности (и – в итоге – изменение величины ΔP),
- центрирование электромагнитного привода.

Частота оказывает небольшое влияние на Paw, но при высоких частотах амплитуда движения электромагнитного привода осциллятора может ослабляться из-за ограничения скорости потока. (Время транзита электромагнитного привода больше, чем продолжительность цикла – т.е. чем время, необходимое для настройки частоты осцилляций.)

Настройка % времени вдоха влияет на симметрию волновой формы осцилляций давления, поэтому перенастройка этого параметра будет непосредственно вызывать изменение Paw.

При изменении величины ΔP будет изменяться доля Paw, обусловленная несимметричной волновой формой осцилляций. Поэтому Paw изменится и должно быть подрегулировано, если необходимо постоянное значение этого параметра.

При выключенном осцилляторе регулятор среднего давления позволяет получить величину Paw = 41 см H₂O при основном (осевом) газопотоке = 20 л/мин (если контур пациента откалиброван в соответствии с данной системой). При работающем осцилляторе Paw, как правило, будет умеренно увеличиваться.

См. главу 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»), где объяснена процедура настройки среднего давления газовой смеси.

3. Ограничитель среднего давления регулирует предел, выше которого нельзя увеличить уровень проксимального Paw (это осуществляется посредством установки давления, на которое запрограммирован пневматический клапан ограничения давления). Этот регулятор рассчитан на 1 поворот; при повороте регулятора по часовой стрелке устанавливаемый уровень давления повышается в диапазоне ~ от 10 до 45 см H₂O.

Регулятор предела Paw нужно установить на более высокий уровень давления, чем диапазон обычно действующего Paw. Этот регулятор позволяет защитить пациента от случайных повышений давления в дыхательном контуре пациента.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: После внесения любых изменений в величину ΔP нужно снова проверить и откорректировать уровень ограничения давления. Если амплитуду осцилляций (ΔP) изменить после установки предельного безопасного уровня давления, реальный уровень предельного давления несколько изменится в том же направлении, в котором изменили величину ΔP .

4. Регулятор мощности / ΔP определяет величину мощности, которая заставляет электромагнитный привод двигаться вперед и назад. Этот регулятор рассчитан на 10 оборотов и представляет собой электрический потенциометр, охватывающий диапазон мощности от 0 до 100%. Его шкала рассчитана на 10 поворотов, снабжена фиксатором и не откалибрована в % мощности, но размечена для удобства пользования.

Этот регулятор изменяет смещение электромагнитного привода осциллятора и тем самым изменяет осцилляторное давление ΔP .

Заданная величина мощности совместно с условиями P_{aw} в контуре пациента определяют итоговую величину ΔP . Численное значение ΔP отображается на цифровом индикаторе, который расположен рядом с данным регулятором; движение электромагнитного привода отображается на 17-сегментном графическом дисплее («Положение и смещение электромагнитного привода»). Этот графический дисплей позволяет оператору определить, правильно ли центрирован электромагнитный привод осциллятора и достигает ли он механических упоров при «полном вдохе» или при «полном выдохе». Эти ограничители (т.е. механические упоры) обозначены на линейном графике как «Максимальный предел вдоха» («Max Insp Limit») и «Максимальный предел выдоха» («Max Exp Limit»).

Если позволить электромагнитному приводу задевать какой-либо из этих механических упоров в течение длительного периода времени, это может привести к сокращению срока службы механизма осциллятора, и поэтому этого следует избегать. Это может происходить, если регулятор мощности установлен на слишком большой уровень для создания желаемой величины P_{aw} или же когда настройка мощности не меняется при снижении величины P_{aw} . См. информацию о регуляторе центрирования электромагнитного привода (30) в данной главе.

См. главу 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»), где описана процедура настройки регулятора мощности на нужную величину этого функционального параметра.

5. Регулятор % времени вдоха определяет долю (%) осцилляторного цикла, в течение которой электромагнитный привод движется вперед или находится в своем конечном положении, соответствующем вдоху. Этот регулятор рассчитан на 10 поворотов и представляет собой электрический потенциометр, охватывающий диапазон от 30 до 50%. Заданное значение этого параметра отображается на цифровом индикаторе рядом с регулятором.

Изменение положения регулятора, определяющего % времени вдоха, может повлиять на положение электромагнитного привода осциллятора. При более высоких частотах изменение % времени вдоха с 50% на 30% может вызывать уменьшение его смещения. Это происходит из-за того, что более короткая фаза вдоха в течение периода осцилляции может оказаться недостаточной для того, чтобы электромагнитный привод продвинулся на величину своего полного хода.

Этот регулятор влияет на симметричность волновой формы осцилляций, поэтому он может оказывать влияние на величину P_{aw} или ΔP – в зависимости от того, используется ли регулятор ограничения P_{aw} (3).

6. Регулятор частоты задает частоту осциллятора (в Гц). Он рассчитан на 10 поворотов (увеличение частоты происходит при его вращении по часовой стрелке) и представляет собой электрический потенциометр с рабочим диапазоном в пределах от 3 до 15 Гц. Заданная частота отображается на цифровом индикаторе рядом с регулятором.

7. Кнопка «Старт/Стоп» позволяет вручную перевести осциллятор во включенное или выключенное состояние. Если горит зеленый светодиод на этой кнопке, это означает, что осциллятор включен, и последующее нажатие этой кнопки выключает осциллятор. Если же зеленый светодиод не горит, это означает, что осциллятор выключен, и последующее нажатие этой кнопки включает осциллятор (при условии, что процедура запуска проведена надлежащим образом).

Процедура запуска описана в главе 4. Если же она проведена ненадлежащим образом, тогда система не даст осциллятору запуститься. Это помогает избежать воздействия слишком высокого или низкого P_{aw} на пациента.

8. Среднее давление в дыхательных путях: отображает величину P_{aw} (в см H_2O).

9. Заданная максимальная величина P_{aw} : С помощью этого регулятора задают максимальный уровень P_{aw} (в см H_2O), при достижении которого срабатывают сигналы тревоги. Максимальную величину P_{aw} задают с помощью дискового переключателя, охватывающего диапазон от 0 до 49 см H_2O . На той его части, которая отвечает за установку десятков, установлен механический упор (чтобы не дать пользователю возможность повернуть регулятор далее цифры 4).

При срабатывании тревоги раздается звуковой сигнал (3 кГц) и загорается красный светодиодный индикатор рядом с дисковым переключателем.

Сброс и переустановка тревоги производятся автоматически после устранения тревожного состояния. Звуковой сигнал можно заглушить на 45 сек., нажав кнопку 45-секундной тишины.

Срабатывание данной тревоги не инициирует никаких действий аппарата, кроме активации визуального и звукового сигналов.

Максимальная величина P_{aw} , заданная с помощью этого регулятора, также задает величину, при достижении которой срабатывает тревога нарушения безопасности (12) – « $P_{aw} < 20\%$ заданной

максимальной величины P_{aw} установленного максимального значения этого параметра». Это будет подробно объяснено ниже.

10. Заданная минимальная величина P_{aw} : Этот регулятор определяет минимальный уровень P_{aw} (в см H_2O), при котором будут срабатывать сигналы тревоги. Минимальный уровень P_{aw} задают с помощью дискового переключателя в диапазоне от 0 до 49 см H_2O . На той его части, которая отвечает за установку десятков, установлен механический упор (чтобы не дать пользователю возможность повернуть регулятор далее цифры 4).

При срабатывании тревоги раздается звуковой сигнал (3 кГц) и загорается красный светодиодный индикатор рядом с дисковым переключателем.

Сброс и переустановка тревоги производится автоматически после устранения тревожного состояния. Звуковой сигнал можно заглушить на 45 сек., нажав кнопку 45-секундной тишины.

Срабатывание данной тревоги не инициирует никаких действий аппарата, кроме активации визуального и звукового сигналов.

11. $P_{aw} > 50$ см H_2O : Когда загорается красный светодиод, это свидетельствует об активации данного сигнала нарушения безопасности. При этом тж. подается звуковой сигнал на частоте 3 кГц. Сброс и переустановка данной тревоги производится только при помощи кнопки **Reset** после устранения тревожного состояния. Звуковой сигнал можно заглушить с помощью кнопки 45-секундной тишины, но красный светодиодный индикатор будет продолжать гореть, а клапан аварийного сброса останется в открытом состоянии.

Когда срабатывает эта тревога, аппарат **3100A** автоматически отключает осциллятор, но основной (осевой) газопоток сохранится. Клапан аварийного сброса будет находиться в открытом состоянии, при этом давление в дыхательных путях будет близко к атмосферному. Это защищает пациента от повышенного давления и дает ему возможность дышать самостоятельно. (См. раздел «Контур пациента» в главе 1, где более подробно разъяснена эта функция.) Из-за активации клапана аварийного сброса также сработает сигнал тревоги нарушения безопасности, извещающий о том, что $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального значения P_{aw} .

После устранения условий, спровоцировавших срабатывание этой тревоги нарушения безопасности, для сброса тревоги следует выполнить процедуру запуска осциллятора. Это описано в главе 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»).

12. $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального значения P_{aw} : При срабатывании этой тревоги нарушения безопасности загорается красный светодиод. При этом также подается звуковой сигнал на частоте 3 кГц. Эта тревога срабатывает только при $P_{aw} = 20\%$ максимального значения P_{aw} , заданного с помощью дискового переключателя (9). Сброс и переустановка этой тревоги осуществляется после устранения тревожного состояния.

Звуковой сигнал можно заглушить с помощью кнопки 45-секундной тишины, но красный светодиодный индикатор будет продолжать гореть.

Когда срабатывает эта тревога, аппарат **3100A** автоматически отключает осциллятор, но основной (осевой) газопоток сохранится. Клапан аварийного сброса будет находиться в открытом состоянии, при этом давление в дыхательных путях будет близко к атмосферному. Это дает пациенту возможность дышать самостоятельно. (См. раздел «Контур пациента» в главе 1, где более подробно разъяснена эта функция.)

После устранения условий, спровоцировавших срабатывание этой тревоги нарушения безопасности, для сброса тревоги следует выполнить процедуру запуска осциллятора. Это описано в главе 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»).

13. Сбой электропитания: Красный светодиодный индикатор указывает на отсутствие электропитания или на его недостаточность или несоответствие спецификациям. Это сопровождается звуковым сигналом на частоте 3 кГц. Срабатывание этого сигнала может быть обусловлено следующими состояниями:

- Срабатывание автоматического выключателя сети питания модели **3100A**.
- Перевод переключателя электропитания (29) в положение «ВЫКЛЮЧЕНО»
- Вилка шнура питания отсоединилась от электророзетки на стене.
- Отсутствие напряжения в той сети электропитания больницы, к которой подсоединен аппарат **3100A**.
- Сбой электропитания внутри аппарата **3100A**.

При срабатывании автоматического выключателя сигналы тревоги (красный светодиод и звуковой сигнал на частоте 3 кГц) могут быть сброшены и переустановлены только нажатием кнопки

сброса **Reset** (14) даже тогда, когда состояние сбоя электропитания устранено. Затем нужно также нажать кнопку **Старт/Стоп** для перезапуска осциллятора.

Электропитание, необходимое для срабатывания сигнала тревоги о сбое электропитания, обеспечивается батареей (25), которая будет обсуждена далее в следующем разделе («Регуляторы, индикаторы и подсоединения на задней панели блока управления»).

14. Кнопка сброса (Reset): При нажатии этой кнопки моментально происходит сброс всех сигналов тревоги нарушения безопасности и сигнала о сбое электропитания.

Тревожные состояния, провоцирующие срабатывание сигналов тревоги « $P_{aw} > 50$ см H_2O » и « $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального значения P_{aw} » (11 и 12), должны быть сначала устранены, и лишь после этого произойдет сброс этих сигналов. Эти сигналы тревоги заставляют открыться клапан аварийного сброса, поэтому кнопку сброса **Reset** нужно удерживать в нажатом состоянии вместе с кнопкой **Старт/Стоп** до тех пор, пока клапан аварийного сброса не закроется и давление в дыхательном контуре не превысит уровень 20% заданного максимального значения P_{aw} .

Тревога сбоя электропитания (13) будет сброшена и переустановлена независимо от того, устранено ли тревожное состояние или оно всё ещё сохраняется.

При нажатии кнопки сброса **Reset** загорается светодиодный индикатор, извещающий о низком заряде батареи; это нормально.

15a. Низкий заряд батареи: Указывает на то, что батарею, расположенную на задней панели блока управления и обеспечивающую подачу тревоги о сбое электропитания (25), нужно заменить как можно скорее, чтобы гарантировать нормальное срабатывание тревоги о сбое электропитания.

15b. Низкое давление газа: Указывает на то, что давление газа «на входе от смесителя» или «на входе подачи охлаждающего газа» упало ниже 30 psig.

Сигналы о низком заряде батареи и о низком давлении газа классифицируются как предостерегающие сигналы тревоги, поэтому для их индикации используются желтые светодиодные индикаторы, а звуковой сигнал не подается. Эти тревоги можно сбросить и переустановить только после замены батареи на новую или после того, как давление подаваемого газа станет выше 30 psig соответственно.

Оператор должен выяснить причину возникновения этих сигналов. Если проблема состоит в падении давления на выходе смесителя, тогда вскоре сработают предупреждающие тревоги или тревоги нарушения безопасности. Если же проблема состоит в падении давления подачи воздуха, охлаждающего осциллятор, тогда вскоре сработает тревога перегрева осциллятора. Эта тревога может сработать из-за загрязненности входного фильтра. См. главу 6, где даны инструкции по замене фильтров.

О батарее речь пойдет в следующем разделе, где говорится о расположении и назначении регуляторов, индикаторов и подсоединений на задней панели.

16. Перегрев осциллятора: Указывает на то, что катушка осциллятора перегрелась и достигла температуры $\sim 175^\circ C$. Это предостерегающий сигнал тревоги, поэтому для его индикации используется желтый светодиодный индикатор, а звуковой сигнал не подается. Сброс и переустановка данного сигнала происходит только после устранения причин его появления. Оператор должен выяснить, в чем его причина – в полном отсутствии подачи охлаждающего газа или в падении давления в линии подачи охлаждающего газа. Это может быть обусловлено низким давлением подаваемого в систему газа, непроходимостью (в местах перегиба трубок или из-за засорения фильтра) или же неплотным соединением трубок (внутри и снаружи). См. главу 6, где даны инструкции по замене фильтров.

17. Остановка осциллятора: Указывает на то, что осциллятор может функционировать (горит зеленый светодиодный индикатор на кнопке **Старт/Стоп**), но величина $\Delta P < 5 - 7$ см H_2O . Когда же горит красный светодиодный индикатор, он сопровождается звуковым сигналом на частоте 3 кГц. При этом аппарат не предпринимает никаких действий, кроме активации визуального и звукового индикаторов, которые автоматически сбрасываются после устранения тревожного состояния.

18. 45-секундная тишина (заглушение звукового сигнала тревоги на 45 секунд): Этот регулятор представляет собой кнопку с подсветкой; при нажатии кнопки загорается желтый светодиодный индикатор, предостерегающий пользователя. При активации этого режима его уже нельзя отменить, нужно выждать в течение указанного времени (45 сек.).

19. Калибровка контура пациента: Осуществляется настройка величины максимального среднего давления, которое может быть получено при использовании данного контура пациента. Данный калибровочный винт используют для калибровки максимального среднего давления после замены

контура пациента или после замены диафрагмы клапана контроля P_{aw}. Процедура настройки подробно описана в главе 6 («Техобслуживание, поиск и устранение неисправностей»).

ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ – БЛОК УПРАВЛЕНИЯ

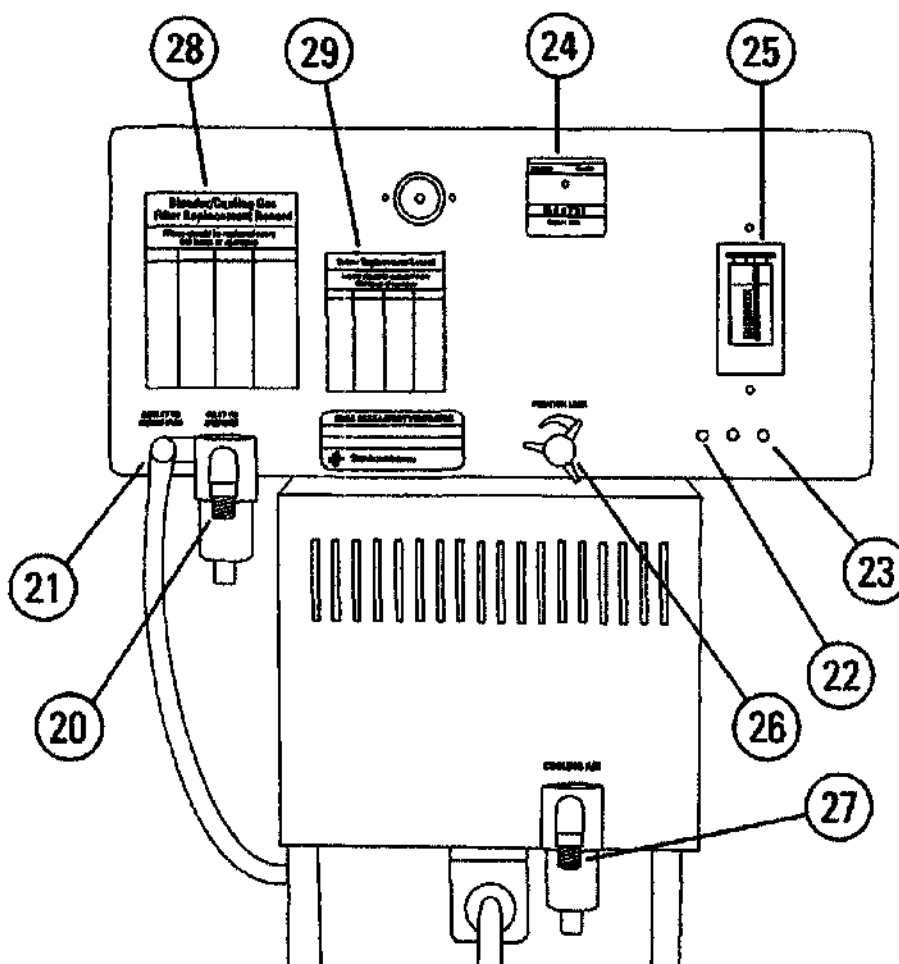


Рис. 3.2. Ручки/клавиши регулировки, индикаторы и подсоединения на задней панели
Числа, приводимые на рис. 3.2, соответствуют нумерации описания.
Подробности, касающиеся отдельных технических характеристик, обсуждены в Приложении Б («Спецификации»).

20. Вход от смесителя: Кислородный штуцер стандарта DISS используется для подсоединения к входному фильтру и затем – к выходу из смесителя воздуха/кислорода. Номинальное давление газа на выходе смесителя составляет 50 psig. Если давление газа на входе падает ниже 30 psig $\pm$ 5%, будет гореть желтый светодиодный индикатор, сигнализирующий о низком давлении подачи газа.

Входное подсоединение защищено от избыточного давления механическим клапаном сброса давления, который срабатывает при давлении 75 psig. Более подробная информация по этой защите от избыточного давления приведена в Приложении Б («Спецификации»).

21. Выход к увлажнителю: Представляет собой коннектор, обеспечивающий подачу основного (осевого) газопотока к наружному увлажнителю. Это штуцер диаметром 3/8 дюйма, который защищен от избыточного давления механическим клапаном сброса давления, срабатывающим при давлении 5 psig. Процедуры сборки контура пациента, имеющие отношение к этому коннектору, описаны в главе 2 («Сборка и установка»).

22. Настройка нуля датчика давления: См. главу 6 («Техобслуживание, поиск и устранение неисправностей»).

23. Настройка диапазона датчика давления: См. главу 6 («Техобслуживание, поиск и устранение неисправностей»).

24. Счетчик времени работы аппарата: Указывает общее время (в часах), в течение которого аппарат 3100А находился в рабочем состоянии (т.е. получал электропитание). Спецификации этого измерительного прибора подробно обсуждены в Приложении Б.

25. Батарейка подачи сигнала тревоги о сбое электропитания и место ее установки: Щелочная батарейка 9 В находится под металлической крышкой, закрепленной двумя винтами. На передней панели находится светодиодный индикатор (15), подающий сигнал о низком заряде батарейки и о необходимости её заменить. Её можно заменить любой высококачественной щелочной батарейкой 9 В.

ВНИМАНИЕ: Эту батарейку 9 В следует вынуть, если аппарат не будет использоваться в течение длительного времени.

26. Фиксатор положения: Фиксирует выбранный оператором угол поворота блока управления. Когда этот фиксатор поворачивают против часовой стрелки, блок управления можно поворачивать почти на 360°. Это дает возможность видеть переднюю панель под углом, который не зависит от ориентации входа контура пациента.

После выбора нужного положения поворот этой ручки по часовой стрелке фиксирует корпус в выбранном положении.

Небольшой поворот ручки фиксатора против часовой стрелки (из полностью фиксированного положения) позволит поворачивать блок. Он уже не жестко зафиксирован на одном месте, но для его поворота надо прилагать усилие (это необходимо, чтобы его положение не менялось вследствие непреднамеренных прикосновений к нему). Более полная информация о расположении регуляторов приведена в главе 2 («Сборка и установка»).

27. Вход для подачи охлаждающего газа: Представляет собой воздушный штуцер стандарта DISS для подсоединения через входной фильтр к источнику сжатого воздуха (этот воздух используется для охлаждения осциллятора). Номинальное давление на выходе этого источника сжатого воздуха составляет 50 psig при требуемой скорости газопотока 15 л/мин. (для драйверов 1,5 Ома) и 50 psig при требуемой скорости газопотока 10 л/мин. (для драйверов 3,0 Ома). Если давление газа на входе падает ниже 30 psig $\pm$ 5%, будет гореть желтый светодиодный индикатор, сигнализирующий о низком давлении подачи газа.

28. Запись замены фильтров на входе в смеситель / в линии подачи охлаждающего газа: При обычно осуществляемом техобслуживании (как описано в главе 6), заносите в эту запись показания счетчика времени работы аппарата. Это позволит быстро определить срок замены фильтров.

29. Запись замены драйвера: При обычно осуществляемом техобслуживании (как описано в главе 6), заносите в эту запись показания счетчика времени работы аппарата. Это позволит быстро определить срок замены драйвера.

СИСТЕМНАЯ СТОЙКА И КОНТУР ПАЦИЕНТА

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Следует тщательно следить за тем, чтобы при сборке, эксплуатации или очистке аппарата не возникало перегибов или перфораций линий, предназначенных для контроля за функциональными параметрами аппарата (эти трубки идут к контуру пациента или отходят от него), т.к. это приведет к неправильному срабатыванию различных сигналов тревоги, извещающих о нарушении безопасности системы или предупреждающих о тревожных ситуациях, и/или к неправильному функционированию ручек/кнопок, с помощью которых устанавливают предельные значения давления.

30. Центрирование электромагнитного привода: Этот электрический регулятор (на шкале которого отсутствует разметка) задает расположение центра электромагнитного привода осциллятора.

Данный регулятор позволяет скорректировать электрическую силу противодействия, которая воздействует на электромагнитный привод осциллятора в направлении, противоположном направлению действия Raw, в результате чего достигается эффект центрирования.

При повороте данного регулятора по часовой стрелке (при неизменном Raw) положение центра электромагнитного привода смещается в сторону отметки "Max Exp Limit" («Максимальный предел вдоха») на 17-сегментном графическом дисплее положения и смещения электромагнитного привода. При повороте данного регулятора против часовой стрелки центр электромагнитного привода смещается к отметке "Max Insp Limit" («Максимальный предел выдоха»).

Изменение Raw вызовет смещение центра электромагнитного привода. Чтобы электромагнитный привод осциллятора не задевал механических упоров, снова отцентрируйте электромагнитный привод с помощью данного регулятора. Если позволить электромагнитному приводу задевать какой-либо из этих

механических упоров в течение длительного периода времени, это может привести к сокращению срока службы механизма осциллятора, и поэтому этого следует избегать.

Центрирование электромагнитного привода будет влиять на величину ΔP при заданном уровне мощности. Общая тенденция такова: смещение электромагнитного привода в сторону механического упора, ограничивающего фазу вдоха, уменьшает общий объем дыхательного контура пациента, что приводит к формированию более высокой величины ΔP при том же смещении электромагнитного привода. Наоборот, смещение электромагнитного привода в сторону механического упора, ограничивающего фазу выдоха, увеличивает общий объем дыхательного контура пациента и уменьшает величину ΔP .

См. главу 4 («Проверка правильности функционирования и процедура запуска»), где приведены инструкции по начальной настройке и проверке функций данного регулятора.

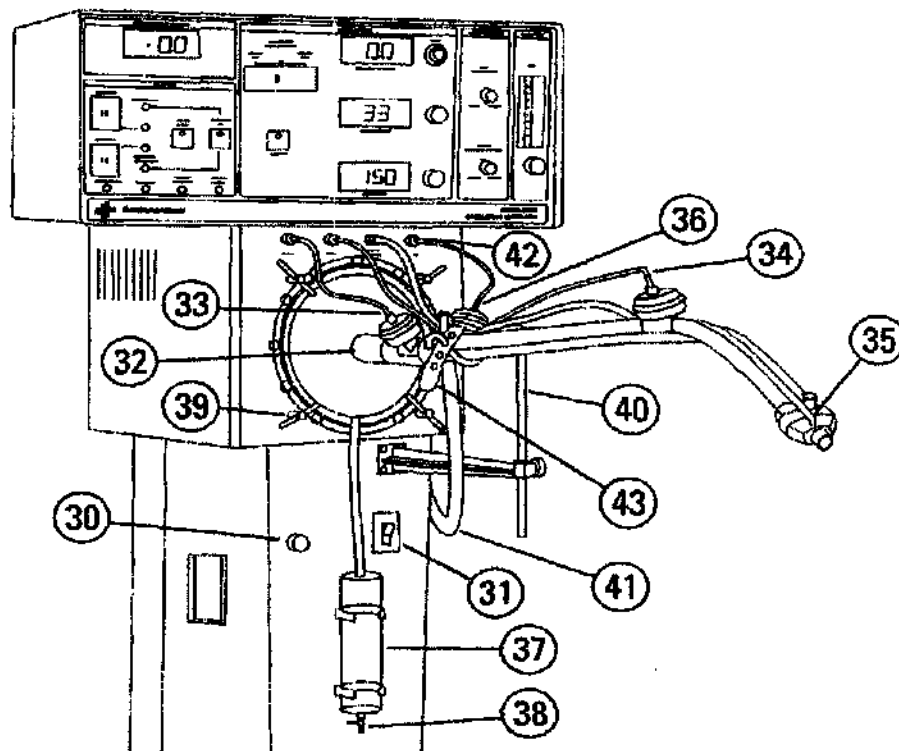


Рис. 3.3. Регуляторы и подсоединения на системной стойке и контуре пациента
Числа, приводимые на рис. 3.3, соответствуют нумерации описания.

31. Выключатель электропитания: Используется для включения и выключения электропитания аппарата 3100A. Данный выключатель также действует как автоматический выключатель при перегрузке в линии энергопитания. Если он срабатывает при таких условиях, обязательно определите причину, вызвавшую перегрузку, и лишь после этого можно снова включить аппарат. Данный выключатель является стандартным двухпозиционным выключателем, который может отсоединять аппарат от питания с обеих сторон так же, как это делает встроенный автоматический выключатель.

32. Пластиковый корпус мембраны осциллятора: Присоединяется к сегменту вдоха контура пациента (с внутренним диаметром 1,25 дюйма) и закрепляется 4 крепежными деталями, рассчитанными на ¼ оборота.

33. Клапан контроля P_{aw} : Зеленый коннектор Люеровского типа для подсоединения к зеленой трубке с внутренним диаметром 1/16 дюйма, которая идет к контрольному входу клапана контроля P_{aw} в контуре пациента. В главе 2 подробно описано подсоединение этой контрольной линии к клапану контроля P_{aw} . Эту линию нужно периодически заменять в ходе рутинного профилактического техобслуживания аппарата 3100A.

34. Клапан аварийного сброса: Красный коннектор Люеровского типа для подсоединения к красной трубке с внутренним диаметром 1/16 дюйма, которая идет к контрольному входу клапана аварийного сброса в контуре пациента. В главе 2 подробно описано подсоединение этой контрольной линии к клапану аварийного сброса. Эту линию нужно периодически заменять в ходе рутинного профилактического техобслуживания аппарата 3100A.

35. Датчик P_{aw} : Белый коннектор Люеровского типа для подсоединения к прозрачной трубке с внутренним диаметром 1/8 дюйма, которая идет к порту измерения давления в дыхательных путях,

расположенному в контуре пациента; по этой линии передается сигнал о величине P_{aw} к датчику, который расположен в блоке управления. Подсоединение датчика подробно описано в главе 2.

36. Клапан ограничения давления P_{aw} : Голубой коннектор Люеровского типа для подсоединения к голубой трубке с внутренним диаметром 1/16 дюйма, которая идет к контрольному входу ограничительного клапана P_{aw} в контуре пациента. В главе 2 подробно описано подсоединение этой контрольной линии к ограничительному клапану P_{aw} . Эту линию нужно периодически заменять в ходе рутинного профилактического техобслуживания аппарата 3100A.

37. «Ловушка» конденсата: Если контур пациента расположен правильно, конденсированная влага должна попадать в «ловушку» конденсата. Имеется небольшое (диаметром 0,025 дюйма) отверстие в верхней части «ловушки» конденсата для выведения воздуха при наполнении «ловушки» конденсатом.

38. Запорный кран «ловушки» конденсата позволяет осуществлять слив конденсированной влаги. Вода сливается из нижней части «ловушки» конденсата при открытом запорном кране. Содержимое «ловушки» конденсата можно сливать при работе аппарата 3100A, если сохранен герметичный слой воды между аппаратом и дренажным отверстием. Это всегда можно осуществить, оставляя небольшое количество воды на дне «ловушки» конденсата после её опорожнения. См. инструкции по чистке и дезинфекции «ловушки» конденсата и дренажного клапана, приведенные в главе 6.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед калибровкой контура пациента удостоверьтесь, что закрыт запорный кран «ловушки» конденсата. Калибровка контура пациента (39 – 43 см H_2O) может оказаться неосуществимой при открытом запорном кране «ловушки» конденсата, а подаваемое среднее давление в дыхательных путях (P_{aw}) будет меньше требуемого.

39. Крепеж пластикового корпуса мембраны осциллятора: Имеются 4 крепежные детали (рассчитанные на ¼ оборота), которыми крепится пластиковый корпус мембраны осциллятора на своем месте перед электромагнитным приводом осциллятора.

40. Поддерживающий кронштейн контура пациента: В главе 2 даны подробные инструкции по сборке и присоединению контура пациента.

41. Трубки увлажнителя: Наружный увлажнитель подсоединен между «выходом к увлажнителю» (на задней панели блока управления) и «входом для подачи основного (осевого) газопотока» в контуре пациента. На рис. 3.3 показаны подсоединения трубок увлажнителя к контуру пациента (сам увлажнитель не подсоединен). Следует использовать только трубки диаметром 3/8 дюйма, поставляемые с контуром пациента.

42. Коннекторы Люеровского типа: На передней части блока осциллятора имеются 4 коннектора Люеровского типа для подсоединения к трем чашкам клапанов и к входу для измерения давления в контуре пациента.

43. Фиксаторная лента крепит контур пациента к рычагу. Это удерживает контур пациента в стабильном положении.

Глава 4.

ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ПРОЦЕДУРА ЗАПУСКА

Процедура запуска
Проверка правильности функционирования

В этой главе рассматривается проверка правильности функционирования и процедура запуска аппарата 3100A, предназначенного для ВЧОВ легких.

ПРИМЕЧАНИЕ: В главе 2 приведены инструкции о распаковке, сборке и установке аппарата 3100A, которые необходимо провести до процедуры запуска и проверки правильности функционирования аппарата.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Перед началом вентиляции легких пациента нужно провести проверку правильности функционирования и процедуру запуска аппарата. Если при этом будут отмечены какие-либо отклонения в работе аппарата 3100A, вентиляцию легких пациента осуществлять нельзя, т.к. это может привести к травме пациента и его смерти. Немедленно обратитесь к уполномоченным инженерам компании SensorMedics и не предпринимайте никаких дальнейших действий.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед каждым использованием аппарата следует удостовериться в его правильном функционировании. Правильность функций тревожной сигнализации, проверяемых в ходе этой процедуры, гарантирует, что аппарат сможет выявить и сообщить персоналу обо всех состояниях, которые могут неблагоприятно повлиять на пациента.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед тем, как прикоснуться к каким-либо компонентам устройства, дотроньтесь до его внешней металлической облицовки кабинетной стойки. Это позволит избежать возможного выхода из строя тех или иных компонентов аппарата из-за разрядов статического электричества.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Не используйте радиопередающие устройства в пределах 6 м от данного аппарата. Это может привести к ошибкам при считывании значений давления, что – в свою очередь – вызывает ложное срабатывание сигнала тревоги и автоматическое выключение аппарата.

ПРОЦЕДУРА ЗАПУСКА

На аппарате ИВЛ имеется специальный ярлык с указанием перечня быстрых проверочных действий (см. рис. 4.1 ниже).

- SensorMedics**
Модель 3100A аппарата ВЧОВ - ЯРЛЫК С ПЕРЕЧНЕМ БЫСТРЫХ ПРОВЕРОЧНЫХ ДЕЙСТВИЙ
ПРОВЕРКА ПРОВОДИТСЯ ДО ПОДСОЕДИНЕНИЯ ПАЦИЕНТА К АППАРАТУ!
(см. раздел по проверке правильности функционирования в Инструкциях для пользователя)
1. Подсоедините аппарат к источникам подачи газов.
 2. Подсоедините аппарат к источнику электропитания.
 3. Удостоверьтесь, что к аппарату подсоединен поддерживающий рычаг для размещения дыхательного контура пациента.
 4. Подсоедините дыхательный контур и увлажнитель к аппарату.
 5. Подсоедините дыхательный контур пациента к аппарату.
 6. Включите электропитание аппарата.
 7. Удостоверьтесь, что не горят светодиоды-индикаторы низкого / отсутствующего давления подачи газов.
 8. Удостоверьтесь, что не горит светодиод на кнопке «Старт / стоп».
 9. Удостоверьтесь, что горит светодиод-индикатор заглушения тревоги.
 10. Проведите калибровку дыхательного контура пациента.
 11. Проведите процедуру проверки правильности функционирования системы.
 12. Проведите процедуру проверки сигналов тревоги.
 13. Проверьте калибровку монитора давления.
 14. Предварительно задайте величины скорости потока, частоты, % времени вдоха, мощности, действующего P_{aw} и действующего среднего предела P_{aw}.
 15. Задайте максимальную и минимальную величины P_{aw}.
 16. Задайте рабочие параметры, требуемые для функционирования смесителя и увлажнителя.
 17. Выньте заглушку из дыхательного контура пациента. Подсоедините контур к эндотрахеальной трубке пациента.

Рис. 4.1. Ярлык с перечнем быстрых проверочных действий

1. Подсоедините аппарат 3100A к источникам подачи газов:

- а) Линию подачи кислорода – к коннектору для кислорода на входе в смеситель воздуха / кислорода.
- б) Линию подачи воздуха – к коннектору для воздуха на входе в наружный смеситель воздуха / кислорода и к коннектору на входе в систему воздушного охлаждения осциллятора ("Air Cooling").
- в) Выход из наружного смесителя воздуха / кислорода – к кислородному штуцеру стандарта DISS на задней панели блока управления с маркировкой "Inlet from Blender" («Вход от смесителя»).

2. Подсоедините контур пациента и наружный увлажнитель к аппарату 3100A, используя процедуры сборки, описанные в главе 2.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Не пытайтесь применять контуры пациента другой конфигурации (от других аппаратов ИВЛ), т.к. это может привести к нанесению травмы пациенту и/или оператору или вызвать повреждение аппарата. Контур пациента, описанный в данном руководстве, специально предназначен для использования в сочетании с моделью аппарата 3100A.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: При подсоединении контура пациента удостоверьтесь, что он надежно укреплен на специальном поддерживающем рычаге и правильно ориентирован, как описано в главе 2 («Сборка и установка»). Невыполнение этих правил может привести к непреднамеренному отсоединению контура пациента (из-за действующих осцилляторных сил), а также к накоплению конденсата в дыхательных путях пациента.

3. Подсоедините все линии контроля контура пациента, имеющие цветную маркировку, и прозрачную линию контроля давления к соответствующим участкам на контуре пациента, как описано в главе 2.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Следует тщательно следить за тем, чтобы при сборке, эксплуатации или очистке аппарата не возникало перегибов или перфораций линий, предназначенных для контроля за функциональными параметрами аппарата (эти трубки идут к контуру пациента или отходят от него), т.к. это приведет к неправильному срабатыванию различных сигналов тревоги, извещающих о нарушении безопасности системы или предупреждающих о тревожных ситуациях, и/или к неправильному функционированию ручек/кнопок, с помощью которых устанавливают предельные значения давления.

4. Заблокируйте или перекройте эндотрахеальный коннектор на контуре пациента, используя резиновую заглушку №1 (она входит в комплект поставки как вспомогательный элемент).

5. Поставьте переключатель электропитания в положение «включено» (зеленый светодиод на кнопке «Старт/Стоп» должен быть отключен). Некоторые из светодиодных индикаторов тревожной сигнализации загорятся при первом включении электропитания, но звуковой сигнал (3 кГц) будет отключен из-за автоматического включения функции 45-секундного заглушения тревоги. Эту функцию 45-секундного заглушения тревоги можно снова активировать нажатием соответствующей кнопки 45-секундной тишины при процедуре проверки правильности функционирования и запуска.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Звуковой сигнал тревоги указывает на наличие условий, которые потенциально вредны для пациента и не должны оставаться без внимания. Отсутствие должной реакции персонала на эти сигналы тревоги может привести к травме пациента (и даже к его смерти) и/или повреждению аппарата ИВЛ.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед калибровкой контура пациента удостоверьтесь, что закрыт запорный кран «ловушки» конденсата. Калибровка контура пациента (39 – 43 мм H₂O) может оказаться неосуществимой при открытом запорном кране «ловушки» конденсата, а подаваемое среднее давление в дыхательных путях (Paw) будет меньше требуемого.

6. Откалибруйте контур пациента в соответствии с данной системой. (Эти инструкции тж. приведены на ярлыке, расположенном на боковой стенке блока управления).

- Включите давление в источниках подачи газов и задайте скорость потока газовой смеси = 20 л/мин. при желаемой концентрации кислорода в дыхательной смеси. Обязательно проверьте скорость потока по флоуметру (датчику потока), определив положение центра плавающего шарика (нужно смотреть так, чтобы взгляд находился на одном уровне с флоуметром).
- Задайте максимальный предельный уровень Paw для срабатывания тревоги = 49 см H₂O.
- Установите регулятор среднего давления ("Mean Pressure Adjust") и регулятор ограничения среднего давления ("Mean Pressure Limit") на максимум (полное CW).

- Нажмите и удерживайте кнопку **"Reset"** («Сброс и переустановка»), наблюдая одновременно за цифровыми показателями среднего давления. Когда кнопка **"Reset"** нажата, будет гореть светодиодный индикатор низкого заряда батареи (это нормально).
- Отрегулируйте калибровку контура пациента на правой стороне блока управления так, чтобы достичь $P_{aw} = 39-43$ см H_2O . Не закручивайте чрезмерно калибровочный винт; если указанная величина давления не может быть достигнута, выявите утечку.
- Отпустите кнопку **"Reset"**; светодиодный индикатор низкого заряда батареи должен погаснуть.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Нельзя чрезмерно закручивать винт, используемый для калибровки контура пациента, т.к. это может привести к повреждению аппарата. Когда винт находится вблизи предела корректировки, он дойдет до нужного упора.

7. Выполните проверку функционирования аппарата ИВЛ (раздел проверки, выполняемый «Только при отключении пациента»). Эти инструкции также приведены на ярлыке на верхней части блока управления.

- Поставьте заглушку в Y-образный эндотрахеальный коннектор контура пациента и включите подачу обоих газов.
- Установите частоту дыхания = 15, % времени вдоха = 33%, мощность = 0,0.
- Установите основной (осевой) поток газовой смеси = 20 л/мин.
- Поставьте регулятор ограничения среднего давления в положение «максимум» (полное CW).
- Поставьте дисковый переключатель максимального (**"Set Max Paw"**) и минимального (**"Set Min Paw"**) P_{aw} для срабатывания тревоги – соответственно на цифры 30 и 10.
- Создайте давление в системе, нажав и удерживая нажатой кнопку **"Reset"** достаточно долго, чтобы P_{aw} повысилось выше уровня 6 см H_2O .
- С помощью ручки регулировки среднего давления (**"Mean Pressure Adjust"**) установите значение среднего давления в диапазоне 19 – 21 см H_2O .
- Нажмите клавишу **«Старт/ Стоп»**, чтобы запустить осциллятор.
- Повысьте контрольную величину мощности до 6,0, одновременно осуществляя центрирование электромагнитного привода (с помощью регулятора центрирования электромагнитного привода).
- Когда будет получен стабильный показатель ΔP (при движении электромагнитного привода в центральной части его диапазона), удостоверьтесь, что значения ΔP и P_{aw} находятся в пределах диапазона, соответствующего высоте вашей местности над уровнем моря (см. рис. 4.2)

8. Нажмите кнопку **«Старт/ Стоп»**, чтобы остановить осциллятор.

9. С помощью ручки регулировки среднего давления (**"Mean Pressure Adjust"**) и/или ручки регулировки основного потока газовой смеси получите среднее давление в дыхательных путях (P_{aw}) с точностью в пределах 2 см H_2O от желаемого уровня. Убедитесь, что основной поток газовой смеси достаточен (см. главу 6).

10. Проверьте функционирование дисковых переключателей для установки максимального (**"Set Max Paw"**) и минимального (**"Set Min Paw"**) уровней P_{aw} для срабатывания тревоги, установив дисковый переключатель максимального уровня несколько ниже установленного среднего давления газовой смеси и установив дисковый переключатель минимума несколько выше установленного среднего давления газовой смеси.

11. Установите эти дисковые переключатели на желаемые уровни. Обычно это на 2 – 5 см H_2O выше (дисковый переключатель максимума) и ниже (дисковый переключатель минимума) установленного среднего давления.

12. Пальцами пережмите (до полностью закрытого состояния) сегмент выдоха контура пациента, чтобы проверить функционирование сигнала тревоги **« $P_{aw} > 50$ см H_2O »**.

13. Нажмите кнопку **"Reset"** и удерживайте её нажатой до тех пор, пока не погаснет светодиодный индикатор тревоги **« $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального P_{aw} »**, чтобы восстановить среднее давление газовой смеси в дыхательных путях.

14. Поверните регулятор ограничения среднего давления примерно до середины шкалы.

15. Снова пережмите сегмент выдоха контура пациента и наблюдайте за давлением, при котором ограничивается отображение среднего давления на цифровом дисплее. Поверните регулятор ограничения среднего давления в соответствующем направлении, чтобы заставить P_{aw} достичь предела в желаемой точке.
16. Установите аппарат ИВЛ так, чтобы его можно было подсоединить к пациенту. Ослабьте фиксатор положения и отрегулируйте угол расположения блока управления так, чтобы обеспечить наилучший обзор и доступ к нему (относительно положения пациента). Вновь закрепите фиксатор положения.
17. Установите нужный % кислорода, среднее давление и ΔP , требуемые для пациента. ΔP будет влиять на P_{aw} в зависимости от соотношения скорости потока / P_{aw} . Чем ниже это соотношение, тем сильнее влияние ΔP на P_{aw} .

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Концентрацию кислорода во вдыхаемой газовой смеси нужно контролировать с помощью монитора кислорода. Подача избыточного кислорода может неблагоприятно повлиять на состояние пациента. Смеситель должен обязательно подавать пациенту газовую смесь, соответствующую назначениям врача.

18. Удалите заглушку из Y-образного эндотрахеального коннектора контура пациента. Отрегулируйте наружный увлажнитель, чтобы установить желаемую температуру газовой смеси в контуре пациента. Подсоедините контур пациента к эндотрахеальной трубке пациента.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Температура газовой смеси в проксимальном сегменте контура не должна превышать 41°C. Это может привести к травме слизистых оболочек дыхательных путей пациента.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Когда пациент подсоединен к аппарату ИВЛ, медперсонал должен постоянно следить за работой аппарата, чтобы своевременно прореагировать на все сигналы тревоги или выявить любые другие признаки, свидетельствующие о той или иной проблеме.

19. Нажмите кнопку «Reset» и удерживайте её нажатой до тех пор, пока не погаснет светодиодный индикатор тревоги « $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального P_{aw} », чтобы восстановить среднее давление газовой смеси в дыхательных путях.
20. Установите регулятор мощности так, чтобы получить желаемую величину ΔP (см. главу 5).
21. Отрегулируйте требуемое центрирование электромагнитного привода – так, чтобы электромагнитный привод был правильно центрирован и не задевал механические упоры в точках максимального вдоха и максимального выдоха, как показано на графическом дисплее положения и смещения электромагнитного привода.
22. Повторно отрегулируйте частоту дыхания, % времени вдоха, мощность, среднее давление газовой смеси, основной поток газовой смеси и центрирование электромагнитного привода, как это требуется для вентиляции легких пациента.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: НЕЛЬЗЯ эксплуатировать данный аппарат ИВЛ в присутствии воспламеняющихся анестетиков, т.к. это может привести к взрыву.

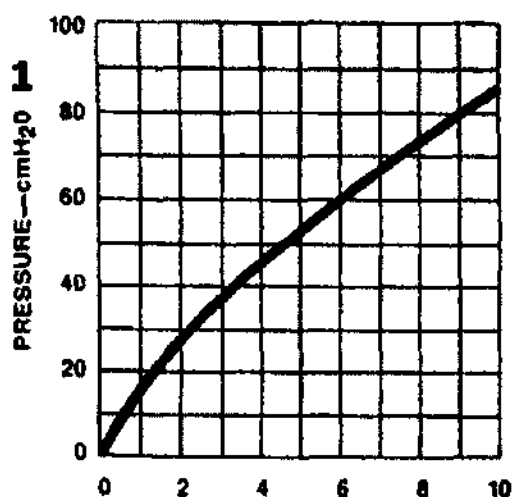
ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Не размещайте на блоке управления аппарата никакие вспомогательные приспособления с жидкостью, предметы массой > 4,5 кг или крупногабаритные предметы, которые выходят за пределы блока управления аппарата более чем на 15 см (в высоту или в стороны). Это может привести к повреждению или опрокидыванию аппарата ИВЛ и – как следствие – травмированию пациента или персонала и/или повреждению подсоединенного оборудования.

ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТА

ПРОВЕРКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТА ПРИ ОТСОЕДИНЕННОМ ПАЦИЕНТЕ

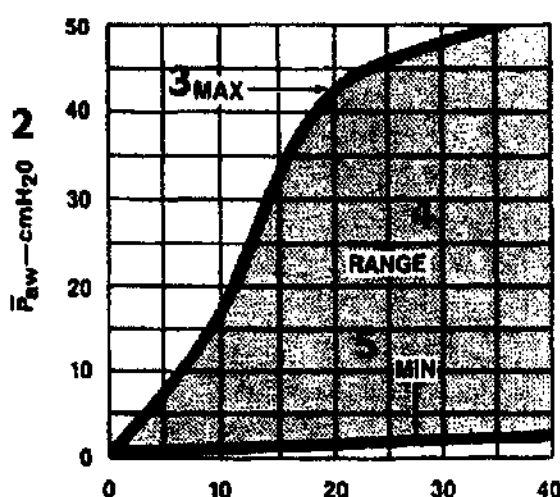
На этих графиках показаны типичные характеристики, присущие модели 3100A

Зависимость минимума ΔP от мощности



Заданное значение мощности

Зависимость статического СРЕДНЕГО давления от основного (осевого) потока газовой смеси



Основной (осевой) поток газовой смеси (л/мин)

ПРИ ОТСОЕДИНЕННОМ ПАЦИЕНТЕ

1. Вставьте заглушку в Y-образный эндотрахеальный коннектор контура пациента и включите подачу обоих газов.
2. Установите скорость основного (осевого) потока газовой смеси = 20 л/мин. и поверните регулятор ограничения среднего давления в положение «максимум».
3. Создайте давление в системе, нажав и удерживая нажатой клавишу Reset; с помощью ручки регулировки среднего давления (Adjust) установите значение среднего давления в диапазоне 19-21 см H₂O.
4. Установите частоту дыхания = 15, % времени вдоха = 33, а затем нажмите клавишу «Старт / Стоп», чтобы запустить осциллятор.
5. Установите мощность = 6,0 и отцентрируйте электромагнитный привод.
6. Проверьте следующие параметры (в соответствии с расположением Вашего аппарата над уровнем моря), и убедитесь, что они находятся в указанных ниже диапазонах:

ВЫСОТА	СРЕДНЕЕ ДАВЛЕНИЕ (см H ₂ O)	ΔP (см H ₂ O)
0 – 2000 футов (~ 0 – 610 м)	15-23	56-75
2000 – 4000 футов (~ 610 – 1219 м)	15-23	52-70
4000 – 6000 футов (~ 1219 – 1829 м)	15-23	48-65
6000 – 8000 футов (~ 1829 – 2438 м)	15-23	44-60
8000 – 10 000 футов (~ 2438 – 3050 м)	15-23	41-56

Рис. 4.2 Ярлык проверки функционирования аппарата

На рис. 4.2 приведены 2 графика, чтобы помочь оператору задать нужные значения мощности, среднего давления и основного (осевого) потока газовой смеси (с помощью соответствующих регуляторов) и удостовериться в том, что аппарат 3100A функционирует правильно, без каких-либо проблем.

На левом графике показаны приблизительные задаваемые значения мощности, которые требуются для достижения специфических величин ΔP давления. На правом графике показан основной (осевой) поток газовой смеси, требуемый для достижения диапазона величин среднего давления (с помощью регулятора среднего давления, рассчитанного на 1 поворот).

Устанавливая определенный уровень среднего давления, найдите требуемую величину основного (осевого) потока газовой смеси, при которой среднее давление можно отрегулировать выше и ниже желаемого уровня. Поставьте регулятор среднего давления ("Mean Pressure Adjust") в положение ~ «12 часов» и задайте такую величину основного (осевого) потока (как показано на графике), при которой желаемый уровень P_{avg} находится в середине своего диапазона. Когда система работает (при подсоединенном или отсоединенном пациенте), установки ручек/кнопок регулировки – по отношению к создаваемым уровням давления (см. цифровые обозначения на дисплее) – быстро покажут Вам, что система работает в нормальном режиме.

КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Методики респираторной терапии

- Настройка аппарата 3100A для осуществления различных методик лечения
- Задачи терапии
- Основные аспекты клинической методики
- Особые аспекты
- Средние величины функциональных параметров аппарата 3100A и диапазон их изменений
- Вариации основных клинических методик с учетом специфики заболевания
 - Гомогенные заболевания легких
 - Негомогенные заболевания легких
- Неблагоприятные эффекты респираторной терапии
- Рекомендованная частота мониторинга основных параметров функции легких
 - Газы артериальной крови
 - Неинвазивный мониторинг газов крови ($t\text{cO}_2$, $t\text{cCO}_2$ и SpO_2)
 - Рентгеноскопия грудной клетки
 - Ультразвуковое исследование головного мозга
- Рекомендации по процедурам санации дыхательных путей
- Отсоединение и повторное подсоединение пациента к аппарату

МЕТОДИКИ РЕСПИРАТОРНОЙ ТЕРАПИИ

Приводимые ниже клинические рекомендации отражают стратегии респираторной терапии и аспекты их применения, разработанные д-ром Robert deLemos и его коллегами в медицинском центре «Вилфорд Холл» (база военно-воздушных сил США в Лэклэнде), шт. Техас, США. После ранних исследований, проведенных на недоношенных детенышах бабуинов, эти авторы совершенствовали разработанные ими стратегии ИВЛ-терапии, проводя лечение сотен новорожденных с самыми различными заболеваниями легких. Описанные в данной главе основные стратегии ИВЛ-терапии были одобрены, и их ценность впоследствии была подтверждена в мультицентровых клинических испытаниях.

Применяемые в педиатрии стратегии ИВЛ-терапии были разработаны в проспективном рандомизированном контролируемом клиническом испытании, в которое были включены дети с острым респираторным дистресс-синдромом (РДС). Наряду с предложенными здесь стратегиями ИВЛ-терапии также могут существовать и другие способы ИВЛ-терапии, дающие положительный эффект.

В рандомизированном контролируемом клиническом испытании был использован критерий «неудачный результат традиционной ИВЛ» в соответствии со следующим определением: пациент, находящийся на обычной ИВЛ и имевший индекс оксигенации ($100 \times \text{FiO}_2 \times \text{MAP}/\text{PaO}_2$) > 13 в 2-х образцах артериальной крови, взятых в течение 6-часового периода.

В проспективное рандомизированное клиническое испытание, посвященное оценке применения аппарата 3100A для ВЧОВ у детей, были включены главным образом дети с массой тела < 20 кг. Это испытание также показало, что данный аппарат может быть использован для ИВЛ у детей с массой тела вплоть до 30 кг, но эти случаи были малочисленными. Предельный возраст детей, у которых осуществляли ИВЛ терапию с помощью аппарата 3100A в этом клиническом испытании, составил 11 лет (и в специально описанных случаях, когда ВЧОВ требовалась для спасения жизни, – 16 лет).

Настройка аппарата 3100A для осуществления различных методик лечения

Эти методики очень просты в применении, т.к. в большинстве клинических ситуаций используются только 2 из 6 ручек/кнопок регулировки аппарата 3100F:

- регулятор среднего давления в дыхательных путях,
- регулятор амплитуды давления осцилляторных колебаний (ΔP)

Положение других 4 регуляторов (основного потока, центрирования электромагнитного привода осциллятора, частоты и % времени вдоха) редко изменяют в течение респираторной терапии, как это будет объяснено ниже.

Поток газовой смеси: Непрерывный поток свежего увлажненного газа, поступающий из неонатального/педиатрического увлажнителя и смесителя воздуха/кислорода, необходим для наполнения дыхательного контура кислородом и удаления CO_2 из него. Более высокие величины основного потока, превышающие минимальный поддерживающий уровень, не оказывают ни положительного, ни отрицательного влияния на оксигенацию, хотя изменения основного потока

приводят к изменениям P_{aw} . На практике обычно достаточны следующие задаваемые значения функциональных параметров:

Недоношенные новорожденные:	10 – 15 л/мин.
Младенцы, родившиеся на сроке, близком к предполагаемому сроку родов:	10 – 20 л/мин.
Дети младшего возраста:	15 – 25 л/мин
Дети более старшего возраста:	20 – 30 л/мин

Если врач считает необходимым использование высоких амплитуд осцилляций давления (ΔP в проксимальном отделе дыхательных путей > 70 см H_2O), следует увеличить основной (осевой) поток так, чтобы газопоток, очищающий дыхательный контур пациента, был больше осцилляторного газопотока. Если основной (осевой) поток газовой смеси неадекватен, *эффективное* мертвое пространство в дыхательном контуре пациента будет увеличиваться и будет уменьшать эффект вентиляции, ожидаемый от увеличения амплитуды осцилляторных колебаний (ΔP).

Если устойчиво сохраняются признаки ретенции CO_2 , увеличьте основной (осевой) газопоток, наращивая его поэтапно – на 5 л/мин каждые 15 минут. Помните, что регулятор P_{aw} нужно поворачивать против часовой стрелки, чтобы компенсировать увеличение газопотока и сохранить желаемый уровень P_{aw} .

Центрирование электромагнитного привода: Естественное положение, в котором находится электромагнитный привод в покое, – в центре занимаемого им цилиндрического пространства (длиной 1 дюйм, т.е. $\sim 2,54$ см). Если электромагнитный привод будет смещен от центра (в любом направлении), максимальное осцилляторное движение, которое может быть им произведено, будет ограничено ближайшим из 2-х механических упоров, расположенных у передней и задней стенок этого цилиндра. Регулятор центрирования электромагнитного привода используется для сохранения этого центрального положения электромагнитного привода. Он осуществляет своё действие, направляя регулируемую величину постоянного тока к катушке осциллятора, благодаря чему создается электросила противодействия, которая уравнивает силу действия различных уровней среднего давления в дыхательных путях, воздействующую на переднюю часть электромагнитного привода (т.е. со стороны пациента).

Частота: В большинстве терапевтических ситуаций признана эффективной частота в диапазоне 10 – 15 Гц – как для недоношенных новорожденных, так и для младенцев, родившихся на сроке, близком к предполагаемому сроку родов. На практике действует правило: чем больше масса тела пациента, тем ниже начальная частота вентиляции. У детей часто используют частоту вентиляции в диапазоне 6 – 10 Гц, причём более низкие значения частоты дыхания используют при ИВЛ-терапии у детей с более крупными размерами тела.

Положение этого регулятора, как правило, не изменяют в течение ИВЛ-терапии. В исключительных случаях удаётся достичь лучшей ответной реакции пациентов на ИВЛ-терапию при использовании более низкой частоты (эти случаи будут рассмотрены ниже).

Время вдоха: В большинстве терапевтических ситуаций эффективной признана величина 33%. В большинстве случаев положение этого регулятора, как правило, остаётся на уровне 33% в течение ИВЛ-терапии. В исключительных случаях удаётся достичь лучшей ответной реакции пациентов на ИВЛ-терапию при постепенном увеличении % времени вдоха в сторону 50%.

FiO_2 : Для регулировки концентрации вдыхаемого кислорода (FiO_2), при работе с аппаратом 3100A используют ту же основную методику, как и при традиционной ИВЛ: следует использовать максимально допустимую низкую концентрацию кислорода (судя по переносимости пациента).

Среднее давление в дыхательных путях и амплитуда давления осцилляторных колебаний: Эти два регулятора – среднего давления в дыхательных путях и амплитуды давления осцилляторных колебаний (ΔP) – являются «ключевым звеном» методики ВЧОВ при использовании аппарата 3100A.

Среднее давление в дыхательных путях изменяют с помощью регулятора, рассчитанного на 1 поворот, который изменяет надувание грибовидного клапана, что – в свою очередь – увеличивает сопротивление к выходу основного потока из сегмента выдоха дыхательного контура пациента. Управление средним давлением в дыхательных путях имеет фундаментальное значение для контроля оксигенации. Увеличение среднего давления в дыхательных путях увеличивает объём легких и, следовательно, площадь поверхности альвеол. При любом заданном уровне амплитуды осцилляторных колебаний давления (ΔP) оксигенация обычно улучшается при увеличении среднего давления в

дыхательных путях, и наоборот. Ниже будут описаны методики манипулирования средним давлением в дыхательных путях, разработанные специфически для конкретных болезней легких.

При изменениях температуры и влажности будут происходить небольшие флюктуации (т.е. колебания) величины P_{aw} . Оператор должен быть готов производить небольшие регулировки P_{aw} при повышении температуры в дыхательном контуре и её падении (это может происходить, когда резервуар увлажнителя наполняют свежей водой).

Амплитуду осцилляторных колебаний давления (ΔP) изменяют с помощью 10-позиционного регулятора "Power" («Мощность»), регулирующего величину электрического тока, подаваемого к катушке линейного двигателя, который смещает электромагнитный привод с герметичной диафрагмой. При быстром перемещении электромагнитного привода вперед и назад по близкой к прямоугольной волне кривой (за счет подачи к катушке тока с характеристиками почти по типу прямоугольной волны) высокоамплитудные колебания давления (также имеющие форму почти по типу прямоугольной волны) симметрично накладываются на уровень среднего давления в дыхательных путях, предварительно созданный в контуре пациента, как описано выше (при % времени вдоха = 50%).

Аппарат 3100A способен генерировать осцилляторное давление > 90 см H_2O (от пика до пика) в проксимальной точке подсоединения Y-образного эндотрахеального коннектора, но такие величины давления не создаются в трахее, т.к. как импеданс респираторной системы (в которой эндотрахеальная трубка является доминирующим элементом) существенно ослабляет эти высокочастотные волны давления и в то же время искажает форму этих волн, превращая их в почти треугольные волны. Например, при 15 Гц и комплаинсе 1 мл/см H_2O эти потери составляют:

90%	Эндотрахеальная трубка 2,5 мм
80%	Эндотрахеальная трубка 3,5 мм
60%	Эндотрахеальная трубка 4,5 мм
47%	Эндотрахеальная трубка 5,5 мм
34%	Эндотрахеальная трубка 6,5 мм

Таким образом, в клинических условиях использование эндотрахеальной трубки большего диаметра будет приводить к возникновению более высоких волн дистального давления и к большей степени снижения PCO_2 в артериальной крови.

Для дальнейшего выяснения этого феномена амплитуды осцилляторных колебаний давления рассмотрим следующий пример.

Новорожденный с комплаинсом 1 мл/см H_2O подсоединен к контуру пациента 3100A с помощью эндотрахеальной трубки 2,5 мм. Аппарат 3100A работает с частотой 15 Гц, при времени вдоха 33%, при среднем давлении в дыхательных путях = 25 см H_2O и $\Delta P = 60$ см H_2O . Следовательно пиковое проксимальное давление в дыхательных путях имеет пик 55 см H_2O и нижнее значение -5 см H_2O , в то время как давление в трахее имеет пик ~ 28 см H_2O и нижнее значение 22 см H_2O из-за 95%-ного ослабления, обусловленного эндотрахеальной трубкой этого размера при частоте колебаний 15 Гц.

При комплаинсе 1 мл/см H_2O эта величина дистального $\Delta P = 6$ см H_2O создает высокочастотный дыхательный объем 6 мл в легких, которые почти постоянно поддерживаются в хорошо расправленном состоянии благодаря среднему давлению в дыхательных путях 25 см H_2O .

При заданных значениях среднего давления в дыхательных путях и частоты единственным механизмом, за счет которого достигается вентиляция (выведение CO_2), является высокочастотный дыхательный объем, создаваемый осцилляторными колебаниями давления (ΔP). Следовательно, когда регулятор "Power" («Мощность») ставят на более высокое значение, увеличивается смещение электромагнитного привода, увеличивается дыхательный объем, возрастает вентиляция.

У подавляющего большинства новорожденных и детей более старшего возраста ИВЛ можно осуществлять, используя этот однозначный метод регулировки ΔP в сторону повышения при наличии высоких уровней $PaCO_2$, но встречаются некоторые пациенты, которым необходимы даже бо́льшие значения ΔP . В таких случаях используют преимущество зависимой от частоты природы ослабления, обусловленного эндотрахеальной трубкой. При снижении частоты ослабление уменьшается, и появляется более высокая величина дистального ΔP , в результате чего увеличивается подаваемый пациенту дыхательный объем. Снижение частоты с 15 Гц до 10 Гц (осуществляемое поэтапно, по 1 Гц) обычно бывает достаточным, чтобы осуществлять ИВЛ у новорожденных при устойчиво высоких уровнях $PaCO_2$, но в нескольких случаях в нашей практике возникла необходимость снизить частоту

колебаний до 5 Гц (поэтапно, по 1 Гц). В крайне редких случаях пришлось снизить до 3 Гц. Более низкие частоты колебаний обычно используются при ИВЛ у детей более старшего возраста.

Задачи терапии

Если допустить, что пиковое альвеолярное давление является причиной повреждений (разрывов) дыхательных путей, то принципиальным преимуществом ВЧОВ по сравнению с традиционной ИВЛ является её способность поддерживать адекватную вентиляцию и оксигенацию при более низких пиковых величинах альвеолярного давления.

Вентиляция легко достигается при относительно низких амплитудах осцилляторного давления, поэтому лечение пациентов можно проводить при более высоких величинах P_{aw} , но при этом будут использованы более низкие пиковые величины альвеолярного давления, чем при обычной ИВЛ. Эта возможность позволяет улучшить оксигенацию за счет увеличения мобилизации альвеол (т.е. за счет большего расправления альвеол) и повторного расправления ателектатических легочных участков, за счет чего улучшается соответствие вентиляции / перфузии. Поэтому задачи терапии при использовании аппарата 3100A – максимально возможно использовать эти уникальные возможности ВЧОВ.

Основные аспекты клинической методики

Стратегия респираторной терапии может быть изменена в зависимости от специфики заболевания, но общие аспекты лечения пациентов при использовании аппарата ВЧОВ 3100A одинаковы при всех формах заболеваний легких, для лечения которых эффективна ВЧОВ. Эта стратегия – лишь предлагаемый нами вариант действий; другие методы также могут дать положительный эффект.

Особые аспекты при лечении детей более старшего возраста

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Масса тела пациента – важный фактор, определяющий его объем легких и анатомическое мертвое пространство, а тж. метаболическую потребность в вентиляции легких. Максимальный «смещаемый» объем газовой смеси в аппарате 3100A составляет ~ 365 мл, однако фактический объем подаваемой пациенту газовой смеси зависит от заданных значений мощности, частоты ВЧОВ, размера эндотрахеальной трубки и от комплайенса дыхательной системы пациента. Поэтому следует обратить особое внимание на потребности в вентиляции и $PaCO_2$ у более крупных детей, имеющих более высокую массу тела.

Графики функциональных характеристик, приведенные в Приложении Б данного «Руководства», могут быть использованы как справочные данные для оценки специфических взаимосвязей этих параметров, но они могут иногда изменяться у отдельных конкретных пациентов и при использовании конкретных аппаратов/инструментов.

Вентиляция:

- Вентиляцию легких (т.е. выведение CO_2) осуществляют, главным образом, регулируя амплитуду осцилляторных колебаний давления (ΔP). Увеличение ΔP улучшает вентиляцию. При начале респираторной терапии выберите достаточно высокую величину ΔP , чтобы создавались заметные вибрации стенки грудной клетки.
- Если максимальная величина ΔP не позволяет существенно улучшить вентиляцию, используйте 2-ю стратегию: уменьшите частоту (чтобы воспользоваться меньшей величиной ослабления за счет размера эндотрахеальной трубки при меньшей частоте), что позволит увеличить дыхательный объем, подаваемый пациенту.
- Если сохраняется повышенный уровень $PaCO_2$, снова уменьшите частоту. Обычно бывает достаточно низкая частота = 3 Гц.
- Если сохраняется повышенный уровень $PaCO_2$, увеличьте время вдоха (%) до 50%, что позволяет обеспечить увеличение высокочастотного дыхательного объема на величину вплоть до 10%.

Оксигенация:

- Оксигенацию обеспечивают, главным образом, поддерживая необходимый уровень P_{aw} для удовлетворительной степени расправления легких (типично на 10% – 30% выше, чем уровень P_{aw} , используемый при обычной ИВЛ). Рентгенограмму грудной клетки, на которой видны 9 нижних ребер выше уровня диафрагмы, используют в качестве индикатора, показывающего удовлетворительное расправление легких. Если комплайнс легких улучшится в достаточной степени, нужно будет снизить величину P_{aw} , чтобы избежать гипер-раздувания легких.

пиковое давление расправления легких и таким образом уменьшить риск захвата газа в легких и рецидивной утечки воздуха.

2. Начинайте терапию при более низкой частоте (типично: 6 – 10 Гц), чтобы обеспечить более продолжительное время выдоха и таким образом дополнительно уменьшить риск захвата газа в легких.

НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕСПИРАТОРНОЙ ТЕРАПИИ

Высокочастотная вентиляция, как и традиционная ИВЛ с положительным давлением, имеет присущие ей факторы риска в этой категории пациентов. К возможным неблагоприятным эффектам относятся:

- недостаточная / чрезмерная вентиляция,
- недостаточное / чрезмерное увлажнение,
- интравентрикулярные кровоизлияния (т.е. кровоизлияния в желудочки головного мозга),
- бронхолегочная дисплазия (БЛД),
- некротический трахеобронхит,
- ателектаз,
- гипотензия,
- пневмоторакс,
- пневмоперикард,
- пневмомедиастинум,
- пневмоперитонеум,
- интерстициальная эмфизема легких (ИЭЛ).

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Тщательно выполняйте содержащиеся в данной главе рекомендации по применению рентгенограмм грудной клетки для мониторинга состояния пациента. При ВЧОВ (как и при всех типах ИВЛ) следует помнить о возможной зависимости между такими явлениями, как улучшение комплайенса легких и – с другой стороны – непреднамеренное увеличение объема легких, повышение плеврального давления и снижение венозного возвратного кровотока, т.к. это может привести к снижению сердечного выброса.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: У новорожденных, которых снимают с ВЧОВ или готовят к снятию с ВЧОВ, возможны внезапные проявления симптомов брадикардии, которые не связаны с какими-либо клиническими изменениями. Такие события могут указывать на возможное быстрое улучшение комплайенса легких пациента (после состояния их перерастяжения в условиях ВЧОВ-терапии), а также могут свидетельствовать о необходимости быстрого прекращения подачи давления в дыхательные пути (Raw) или о необходимости перехода к обычной вентиляции легких.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Нужно постоянно проводить транскутанный мониторинг O_2 и CO_2 или определять SpO_2 у пациента, чтобы удостовериться, что газы крови находятся на нужном уровне. Важно, чтобы в течение ВЧОВ дыхательные пути пациента были свободны. Для обеспечения этой задачи всегда проводите требуемые процедуры санации дыхательных путей, как описано в данной главе. Аппарат измеряет только проксимальное давление в дыхательном контуре, поэтому сигнал тревоги не сработает при полной или частичной непроходимости дыхательных путей.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЧАСТОТА МОНИТОРИНГА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ

Газы артериальной крови

1. Каждые 45–60 минут после начала ВЧОВ-терапии для сравнения с измерениями, выполненными транскутанным методом.
2. Каждые 2 часа – в течение 8 часов.
3. Каждые 4 часа – в течение 16 часов.
4. Каждые 8–12 часов (в зависимости от правил, действующих в данной клинике во время лечения).

ПРИМЕЧАНИЕ: Уровни газов артериальной крови следует проверять в пределах 1 часа после крупных изменений функциональных параметров аппарата ВЧОВ, или по клиническим показаниям.

Неинвазивный мониторинг газов крови (tcO_2 , $tcCO_2$ и SpO_2)

Неинвазивную оценку газов крови следует проводить непрерывно. Это особенно важно при лечении детей более старшего возраста (т.е. более крупных детей), которые имеют более высокую величину мертвого пространства и более высокие метаболические потребности в вентиляции. Это исследование может насторожить клинициста относительно даже слабых изменений в состоянии вентиляции, которые могут не выявляться при аускультации или при физикальном обследовании.

Рентгеноскопия грудной клетки

1. В пределах 4 часов после начала осуществления ВЧОВ.
2. Каждые 12 часов в течение следующих 24 часов.
3. Каждые 24 часа в течение следующих 5 дней.
4. Каждые 48 часов в течение следующих 8 дней.
5. Ежеженедельно впоследствии – при продолжении ВЧОВ-терапии или по клиническим показаниям.
6. Каждый раз, когда есть подозрение на гипер-раздувание легких.

Ультразвуковое исследование головного мозга

У новорожденных – одно начальное УЗИ, после начала респираторной терапии, затем – по необходимости. Как правило, УЗИ головного мозга не требуется при лечении детей более старшего возраста.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САНАЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

Необходимость санации дыхательных путей при ВЧОВ нужно определять на основании политики действий, принятой в Вашей клинике, и клинических признаков, т.е. точно так же, как и при обычной ИВЛ. В мультицентровых клинических исследованиях не обнаружено различий в частоте санации дыхательных путей у пациентов, находящихся на ВЧОВ и на обычной ИВЛ. Однако некоторые наблюдения свидетельствовали, что более частая санация иногда требуется при выхаживании новорожденных и младенцев, находящихся в самом тяжелом состоянии (особенно после стабилизации их состояния).

Для санации могут быть использованы закрытая встроенная система или специальный адаптер, если они не нарушают функции тревоги Raw. См. ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ ниже.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Не используйте наружные устройства, подключаемые к контуру аппарата ИВЛ (такие, как порт отсоса), без вспомогательной системы тревожной сигнализации, способной выявить их отсоединение от аппарата ИВЛ. Из-за характеристик давления, создаваемого в линии, такие наружные подключаемые устройства могут помешать тревоге Raw выявить случайное отсоединение наружных устройств от аппарата ИВЛ.

Отсоединение и повторное подключение пациента к аппарату

Ниже перечислены правильные действия, необходимые при отсоединении и повторном подключении пациента к аппарату:

1. Нажмите кнопку заглушения сигнала тревоги ("Alarm Silence"). Все звуковые сигналы тревоги будут заглушены на 45 сек.
2. Отсоедините пациента. Это позволит тревожной сигнализации «Raw < 20% заданного максимального Raw» открыть клапан сброса и остановить осциллятор.
3. Выполните санацию дыхательных путей, используя стандартную методику, принятую в Вашей клинике.
4. Вновь подключите пациента.
5. Нажмите кнопку сброса "Reset" и удерживайте её нажатой. Как только Raw поднимется выше 5 см H₂O, осциллятор снова начнет работать. Снова отрегулируйте уровни мощности и среднего давления, чтобы получить величины Raw и ΔP, имевшиеся на этапе 1.

Если осциллятор не начинает работать (или начинает работать, но затем останавливается), сначала понизьте установку мощности до значения между 2 и 3; затем, нажав кнопку "Reset" и удерживая её нажатой, отрегулируйте Raw до желаемого уровня с помощью флоуметра (счетчика потока). Затем, наблюдая за Raw, увеличьте мощность, чтобы достичь нужной амплитуды, и отрегулируйте флоуметр (счетчик потока) так, чтобы поддерживать желаемую величину Raw.

Исключением из правила использования более высокого P_{aw} для нормализации площади поверхности мобилизованных альвеол является синдром утечки воздуха (СУВ). В такой ситуации разумно было бы использовать такое же P_{aw} , как и при обычной ИВЛ (т.е. меньший объем легких), и также применять более высокую величину FiO_2 .

- Приоритетная задача – довести FiO_2 до $< 0,6$, прежде чем переводить пациента на более низкие величины среднего давления в дыхательных путях (P_{aw}). После того, как величина FiO_2 станет ниже 0,6, главная задача – снизить P_{aw} до более низкого уровня, сохраняя при этом нормальное расправление легких и нормальную величину $PaCO_2$.

Снятие пациента с ВЧОВ

Пациентов снимают с ВЧОВ и переводят на традиционную ИВЛ после того, как выполнены следующие условия:

- Если имеются пневмоторакс и/или интерстициальная эмфизема легких, они должны быть устранены.
- Величина P_{aw} снижена до диапазона 6 – 12 см H_2O .
- Величина ΔP снижена до < 30 см H_2O .
- Газы артериальной крови стабилизированы в следующих диапазонах:
 $pH = 7,25 - 7,45$
 $PaCO_2 = 35 - 50$
 $PaO_2 = 50 - 80$

Средние величины функциональных параметров аппарата 3100А и диапазон их изменений

В таблице (см. ниже) кратко представлен практический опыт, накопленный в мультицентровых клинических испытаниях, в которые были включены новорожденные и дети более старшего возраста. Это позволит читателю получить лучшее представление о средних величинах функциональных параметров аппарата 3100А и диапазонах их изменений.

Средние величины функциональных параметров аппарата 3100А и диапазон их изменений					
Время	FiO_2	Частота	P_{aw}	ΔP	Время вдоха (%)
При начале вентилизации	0,85 (0,53 – 1,0)	15 (10 – 15)	17 (11 – 35)	45 (26 – 75)	33 (33 – 33)
В течение респираторной терапии	0,81 (0,3 – 1,0)	15 (4 – 15)	15 (6 – 35)	41 (11 – 80)	33 (33 – 50)
При снятии с ВЧОВ и переводе на обычную ИВЛ	0,30 (0,22 – 0,41)	15 (15 – 15)	10 (7 – 19)	31 (10 – 43)	33 (33 – 33)

Краткая информация о методиках ВЧОВ-терапии

В таблице (см. ниже) представлены краткие данные об основных методах ВЧОВ-терапии, использованных в мультицентровых клинических испытаниях. Эта таблица позволит читателю использовать данные методы на практике.

Краткая информация о методиках ВЧОВ-терапии и их рациональное обоснование		
Клинические индикаторы	Терапевтическое вмешательство	Рациональное обоснование терапии
$FiO_2 > 0,60$		
Высокий уровень $PaCO_2$ при нормальном уровне PaO_2	Увеличьте ΔP	Увеличьте ΔP , чтобы достичь оптимального уровня $PaCO_2$
низком уровне PaO_2	Увеличьте P_{aw} , ΔP , FiO_2	Отрегулируйте P_{aw} и FiO_2 , чтобы улучшить подачу O_2
высоком уровне PaO_2	Увеличьте ΔP , уменьшите FiO_2	Уменьшите FiO_2 , чтобы минимизировать воздействие O_2
$FiO_2 > 0,60$		
Нормальный уровень $PaCO_2$ при нормальном уровне PaO_2	Никаких действий не требуется	Никаких действий не требуется
низком уровне PaO_2	Увеличьте P_{aw} , FiO_2	Отрегулируйте P_{aw} и FiO_2 , чтобы

		улучшить подачу O_2
высоком уровне PaO_2	Уменьшите FiO_2	Уменьшите FiO_2 , чтобы минимизировать воздействие O_2
$FiO_2 > 0,60$		
Низкий уровень $PaCO_2$ при		
нормальном уровне PaO_2	Уменьшите ΔP	Уменьшите ΔP , чтобы достичь оптимального уровня $PaCO_2$
низком уровне PaO_2	Увеличьте Paw / FiO_2 , уменьшите ΔP	Отрегулируйте Paw и FiO_2 , чтобы улучшить подачу O_2
высоком уровне PaO_2	Уменьшите FiO_2 , ΔP	Уменьшите FiO_2 , чтобы минимизировать воздействие O_2
$FiO_2 < 0,60$		
Высокий уровень $PaCO_2$ при		
нормальном уровне PaO_2	Увеличьте ΔP	Увеличьте ΔP , чтобы достичь оптимального уровня $PaCO_2$
низком уровне PaO_2	Увеличьте FiO_2 , увеличьте ΔP	Увеличьте FiO_2 , чтобы улучшить PaO_2
высоком уровне PaO_2	Увеличьте ΔP , уменьшите Paw	Уменьшите Paw , чтобы снизить PaO_2
$FiO_2 < 0,60$		
Нормальный уровень $PaCO_2$ при		
нормальном уровне PaO_2	Никаких действий не требуется	Никаких действий не требуется
низком уровне PaO_2	Увеличьте FiO_2	Увеличьте FiO_2 , чтобы улучшить PaO_2
высоком уровне PaO_2	Уменьшите Paw , FiO_2	Уменьшите Paw и FiO_2 , чтобы снизить PaO_2
$FiO_2 < 0,60$		
Низкий уровень $PaCO_2$ при		
нормальном уровне PaO_2	Уменьшите ΔP	Уменьшите ΔP , чтобы достичь оптимального уровня $PaCO_2$
низком уровне PaO_2	Увеличьте FiO_2 , уменьшите ΔP	Увеличьте FiO_2 , чтобы улучшить PaO_2
высоком уровне PaO_2	Уменьшите Paw , уменьшите ΔP	Уменьшите Paw

ВАРИАЦИИ ОСНОВНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ МЕТОДИК С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ЗАБОЛЕВАНИЯ

1. Гомогенные заболевания легких без значительной утечки воздуха

Основными диагнозами, при которых наблюдается гомогенное поражение легких, являются

- пневмония,
- респираторный дистресс-синдром (РДС).

При этих диагнозах осуществляйте респираторную терапию по общим методикам, описанным ранее в данной главе.

2. Негомогенные заболевания легких, синдромы утечки воздуха (СУВ) и заболевания дыхательных путей

Основными диагнозами в этой группе заболеваний являются:

- синдром аспирации мекония,
- интерстициальная эмфизема легких (ИЭЛ),
- тяжелая степень рецидивного пневмоторакса.

Основными патофизиологическими процессами являются:

- персистирующая утечка газа из дыхательных путей и альвеол в интерстиций легких или в плевральное пространство,
- захват газа внутри легкого.

При этих диагнозах также осуществляйте респираторную терапию по общим методикам, описанным ранее в данной главе, но обратите особое внимание на следующие важные изменения и на уровни давления:

1. При $FiO_2 > 0,6$ одинаково важно снизить среднее давление в дыхательных путях (даже если это означает, что Вам придется смириться с более высокими уровнями $PaCO_2$ и более низкими уровнями PaO_2 , особенно у недоношенных новорожденных), чтобы дополнительно снизить

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Внешняя очистка

Процедуры технического обслуживания, выполняемые оператором

- Опорожнение «ловушки» конденсата
- Замена фильтров на входе сжатых газов
- Замена батарейки системы сигнализации о сбое электропитания
- Очистка хлопкового фильтра в стойке
- Замена контура пациента

Калибровка контура пациента

Другие периодические калибровки по графику

- Калибровка подачи электропитания (постоянного тока) для блока управления
- Калибровка датчика монитора давления в дыхательных путях
- Графический дисплей положения и смещения электромагнитного привода

Периодическое техобслуживание по графику

Поиск и устранение неисправностей

- Особые требования к условиям окружающей среды
- Разряды статического электричества
- Электромагнитные помехи
- Схема поиска и устранения неисправностей

В этой главе рассмотрены процедуры техобслуживания аппарата 3100А, а тж. поиск и устранение неисправностей, с которыми должны быть ознакомлены операторы и инженеры-специалисты по техобслуживанию аппаратуры.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Несоблюдение рекомендованных процедур техобслуживания, описанных в данной главе, может привести к травме пациента и/или обслуживающего персонала или к повреждению аппарата ИВЛ и подсоединенного к нему оборудования.

ВНЕШНЯЯ ОЧИСТКА

Для протирки наружной поверхности аппарата 3100А мы рекомендуем использовать слабые дезинфицирующие жидкости. **НЕЛЬЗЯ** распылять чистящие жидкости непосредственно на наружную поверхность аппарата; смочите чистящей жидкостью ткань и выжмите её до почти сухого состояния перед протиранием.

НЕ ДОПУСКАЙТЕ проникновения капель жидкости внутрь прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для обработки наружной поверхности аппарата 3100А **НЕЛЬЗЯ** использовать

- спирт или стерилизующие жидкости,
- абразивные чистящие вещества или растворители.

ПРОЦЕДУРЫ ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ОПЕРАТОРОМ

К выполняемым оператором процедурам техобслуживания относятся следующие:

1. Опорожнение «ловушки» конденсата.
2. Замена фильтров на входе сжатых газов
3. Замена батарейки системы сигнализации о сбое электропитания.
4. Очистка хлопкового фильтра в стойке
5. Замена контура пациента.

Опорожнение «ловушки» конденсата

«Ловушку» конденсата нужно опорожнять, как описано ниже:

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: «Ловушку» конденсата нужно опорожнять периодически, через определенные интервалы времени. Если аппарат ИВЛ функционирует, оставляйте небольшое количество воды на дне «ловушки» конденсата: оно послужит своеобразной герметичной прослойкой, предотвращающей сброс потока и давления в аппарате через запорный кран «ловушки» конденсата.

Чтобы открыть дренажный клапан, поверните его книзу. Содержимое «ловушки» конденсата нужно опорожнять в одноразовую чашку или в контейнер, который можно впоследствии дезинфицировать.

Когда аппарат 3100A не находится в работе, «ловушка» конденсата может быть полностью опорожнена.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Перед калибровкой контура пациента удостоверьтесь, что закрыт запорный кран «ловушки» конденсата. Калибровка контура пациента (39-43 см H₂O) может оказаться неосуществимой при открытом запорном кране «ловушки» конденсата, а подаваемое среднее давление в дыхательных путях (Paw) будет меньше требуемого.

Замена фильтров на входе сжатых газов

Фильтры с пропускной способностью 0,1 мкм расположены на входе подачи кислорода и охлаждающего воздуха. Они предназначены для улавливания загрязняющих частиц или влаги на входе в аппарат 3100A.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Фильтры на входе газовой смеси и воздуха в аппарат ИВЛ нужно заменять как минимум по истечении 500 часов эксплуатации, как описано в данной главе. Несоблюдение правил по замене входных фильтров или замена использованных фильтров новыми фильтрами, не разрешенными для использования в данном аппарате, может привести к травмированию пациента и/или повреждению оборудования. Используйте только входные фильтры от компании SensorMedics (№ по каталогу 767163, 10 шт. в коробке).

Рекомендованный минимальный интервал, по истечении которого нужно заменять фильтры, составляет 500 часов работы. Однако более частые замены фильтров могут потребоваться из-за более высокого уровня загрязненности в линиях подачи газов в Вашей больнице. Если аппарат 3100A используется впервые на новом месте в Вашей больнице, фильтры нужно проверить на наличие загрязнений после 100 часов работы и затем – после 300 часов работы, чтобы определить, достаточен ли 500-часовой интервал замены.

Если допустить накопление загрязнений на фильтре, эти загрязнения будут ограничивать поток газа и – как следствие – вызовут падение давления подачи газа. В итоге сработает сигнал тревоги низкого давления подачи газа. См. главу 3, где дано описание этого сигнала тревоги.

Процедура замены фильтра состоит в следующем:

1. Отсоедините обе линии для подачи воздуха и кислорода.
2. Отвинтите корпус входного фильтра.
3. Удалите старый фильтр.
4. Установите новый фильтр (2 запасных фильтра, № по каталогу 770171, поставляются с аппаратом 3100A).
5. Соберите и привинтите фильтр.
6. Запишите показания счетчика прошедшего времени работы на задней стенке аппарата 3100A (см. рис. 6.1).

ЗАПИСЬ ЗАМЕНЫ ФИЛЬТРА ДЛЯ СМЕСИТЕЛЯ / ПОДАЧИ ОХЛАЖДАЮЩЕГО ГАЗА			
Фильтры нужно заменять по истечении каждые 500 часов работы			
ЗАМЕНА	ЗАМЕНА	ЗАМЕНА	ЗАМЕНА
_____ часов	_____ часов	_____ часов	_____ часов
_____ часов	_____ часов	_____ часов	_____ часов
_____ часов	_____ часов	_____ часов	_____ часов
_____ часов	_____ часов	_____ часов	_____ часов
Номер по каталогу 767159A			

Рис. 6.1. Ярлык записи замены фильтра смесителя/охлаждающего газа

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Картридж фильтра должен быть надежно прикручен. Нарушение резьбы и слабое закручивание винтов может привести к разгерметизации и возможному смещению картриджа фильтра. При смещении картриджа фильтра аппарат ИВЛ НЕ БУДЕТ ФУНКЦИОНИРОВАТЬ.

Замена батарейки системы сигнализации о сбое электропитания

Когда на передней панели блока управления загорается желтый светодиодный индикатор низкого заряда батарейки, это обусловлено недостаточным зарядом батарейки, необходимой для срабатывания сигнала

тревоги о сбое электропитания. Батарейку следует заменить как можно скорее. Доступ к батарее – через специальную дверцу на задней панели. Правильное расположение батарейки показано на специальном ярлыке (см. рис. 6.2).

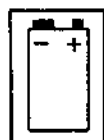


Рис. 6.2. Ярлык установки батарейки .

Нужно использовать высококачественную щелочную батарейку 9 В (см. рис. 6.3).

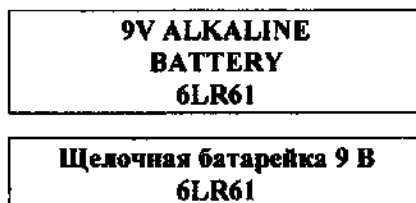


Рис. 6.3. Ярлык со спецификациями батарейки

Очистка хлопкового фильтра в стойке

После каждого пациента осмотрите и очистите хлопковый фильтр в стойке аппарата 3100A. Удалите фильтрующий элемент из его держателя на задней части стойки. Вытряхните пыль, промойте в теплой мыльной воде, высушите его и вновь поставьте на место в держателе. Невыполнение этой процедуры приведет к значительному ограничению потока охлаждающего воздуха к драйверу, генерирующему прямоугольные волны осциллятора. Это может привести к перегреву драйвера и – в конечном итоге – к нарушению функций осциллятора.

Замена контура пациента

Заменяйте контур пациента с той же частотой, как этого требуют правила Вашей больницы для пациентов, находящихся на обычной ИВЛ. Отсоедините 3 отщелкивающихся комплекса «чашка / мембрана» и пластиковый корпус мембраны осциллятора (с «ловушкой» конденсата); *повторное использование этих элементов абсолютно запрещено*. Корпус контура пациента также предназначен только для одноразового использования. Если Вы хотите повторно использовать корпус контура пациента, используйте принятую в Вашей клинике стандартную методику дезинфекции пластиковых частей дыхательных контуров.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: При фабричной сборке мембрану драйвера 3100A покрывают специальной смазкой. **НЕЛЬЗЯ** производить очистку мембраны драйвера, используя чистящие растворители, т.к. это может привести к нарушению целостности материалов и – следовательно – к преждевременному изнашиванию мембраны драйвера.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Корпус дыхательного контура пациента изготовлен из различных видов пластика – акрила, поликарбоната и поливинилхлорида. **НЕЛЬЗЯ** использовать дезинфицирующие растворы, которые могут повредить компоненты, изготовленные из этих материалов. Перед применением дезинфицирующих растворов тщательно проверьте их предназначение и свойства.

КАЛИБРОВКА КОНТУРА ПАЦИЕНТА

Перед подсоединением к пациенту каждый контур пациента нужно откалибровать в соответствии с аппаратом 3100A, для этого нужно выполнить следующие действия:

Калибровка контура пациента

ПРОЦЕДУРА КАЛИБРОВКИ КОНТУРА ПАЦИЕНТА Проводить БЕЗ ПОДСОЕДИНЕНИЯ ПАЦИЕНТА!

ВАЖНО: Перед подсоединением пациента, каждый контур пациента должен быть откалиброван для работы с аппаратом серии 3100A следующим образом:

Вставьте заглушку в Y-образный эндотрахеальный коннектор контура пациента и включите подачу основного (осевого) потока газовой смеси.

Поверните регулятор ограничения среднего давления («Limit») и ручку регулировки среднего давления («Adjust») в положение «максимум» («MAX»).

Установите скорость потока газовой смеси = 20 л/мин.

Нажмите клавишу сброса («Reset») и удерживайте её нажатой (осциллятор должен быть ВЫКЛЮЧЕН).

Наблюдая за цифровым индикатором среднего давления, откалибруйте контур пациента (с помощью калибровочного винта) так, чтобы давление было в пределах 39-43 см H₂O.

Рис. 6.4. Ярлык с описанием процедуры калибровки контура пациента.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Нельзя чрезмерно закручивать винт, используемый для калибровки контура пациента, т.к. это может привести к повреждению аппарата. Когда винт находится вблизи предела корректировки, он дойдет до нужного упора.

ДРУГИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИЕ КАЛИБРОВКИ ПО ГРАФИКУ

Три другие функции аппарата 3100A требуют периодической калибровки:

1. Источник подачи постоянного электротока к блоку управления.
2. Калибровка датчика монитора давления в дыхательных путях.
3. Дисплей положения и смещения электромагнитного привода.

Поддержание точной калибровки этих функций крайне важно для правильного функционирования аппарата 3100A. Если возникнут несоответствия в калибровке, которые нельзя устранить с помощью обычных процедур калибровки (см. ниже), не пытайтесь использовать такой аппарат для ВЧОВ легких пациента. Немедленно обратитесь за помощью к уполномоченным инженерам компании SensorMedics.

Интервалы времени, по истечении которых нужно проводить калибровку этих функций, отслеживаются по счетчику прошедшего времени (24) на задней панели блока управления. Калибровку нужно производить не реже, чем через каждые 2000 часов или при возникновении несоответствий калибровки. Для правильной калибровки источника подачи постоянного электротока к блоку управления и монитора давления в дыхательных путях требуются цифровой вольтметр, проверенный Национальным бюро стандартов США, и датчик для измерения давления, проверенный Национальным институтом стандартов и технологий США.

Чтобы гарантировать точность функционирования аппарата, все периодические калибровки аппарата 3100A нужно проводить при комнатной температуре и до начала активной работы осциллятора. Если осциллятор активно работал и поэтому нагрелся, выждите в течение некоторого периода времени (минимум 1 час), когда система должна находиться в нерабочем состоянии и охладиться, и лишь после этого начинайте процедуру калибровки.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: НЕЛЬЗЯ самостоятельно снимать крышку, под которой находится блок управления, или другие части аппарата. Во избежание опасности поражения электрическим током все процедуры техобслуживания, при которых требуется снятие этих крышек, нужно поручать квалифицированным уполномоченным инженерам.

Калибровка подачи электропитания (постоянного тока) к блоку управления

Для калибровки подачи электропитания (постоянного тока) к блоку управления выполните следующие действия:

1. Выключите электропитание аппарата 3100А и выньте шнур аппарата из розетки переменного тока.
2. Снимите заднюю крышку стойки.
3. Снова подключите аппарат 3100А к электророзетке и включите электропитание.
4. См. рис. 6.5 и 6.6, чтобы проверить какой источник питания 5/15 В установлен в аппарате 3100А.

Источник питания установлен непосредственно под электроникой драйвера осциллятора.

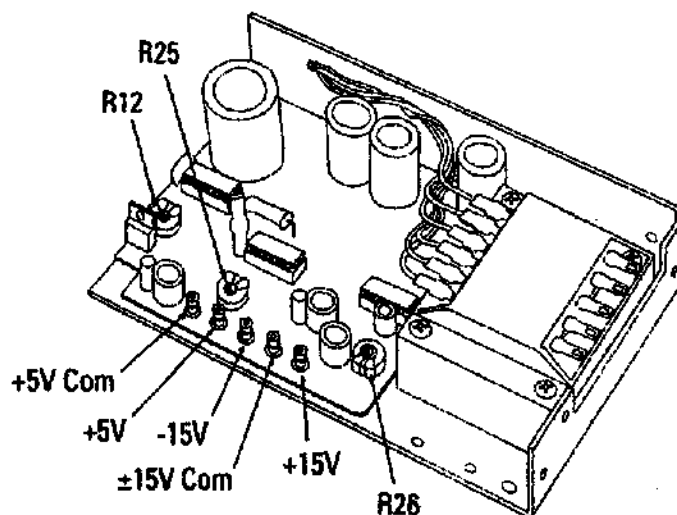


Рис. 6.5. Потенциометры регулировки подачи электропитания

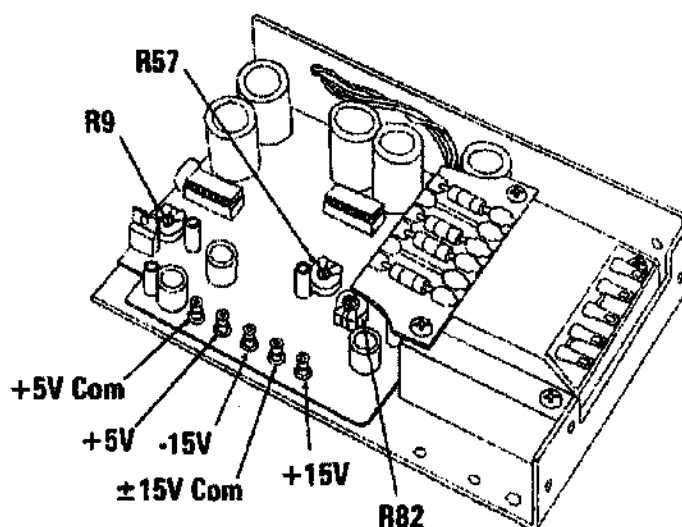


Рис. 6.6. Потенциометры регулировки подачи электропитания

5. Подсоедините отрицательный вывод цифрового вольтметра к терминалу +5 В Com источника подачи постоянного тока.
6. Подсоедините положительный вывод цифрового вольтметра к терминалу +5В источника питания постоянного тока.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если необходима регулировка, снимите переднюю крышку стойки.

7. Если необходимо, отрегулируйте R9 так, чтобы получить показания цифрового вольтметра $+5В \pm 0,25 В$.
8. Подсоедините отрицательный вывод вольтметра к терминалу $\pm 15 В Com$.
9. Подсоедините положительный вывод вольтметра к терминалу $-15 В$.
10. Если необходимо, отрегулируйте R25/R57 так, чтобы получить показания $-15 В \pm 0,75 В$.
11. Подсоедините положительный вывод вольтметра к терминалу $+15 В$.
12. Если необходимо, отрегулируйте R26/R82 для получения показаний $+15 В \pm 0,75 В$.
13. Когда калибровка завершена, установите крышки стойки на место.

Калибровка датчика монитора давления в дыхательных путях

Для процедуры калибровки датчика монитора давления в дыхательных путях выполните следующие действия:

1. Найдите калибруемые отверткой регуляторы **ZERO (НОЛЬ)** и **SPAN (ДИАПАЗОН)** датчика давления на задней панели блока управления под отделением для батарейки (см. рис. 6.2). Имейте в наличии маленькую отвертку подходящего размера, которая позволит выполнить необходимые регулировки.
2. Подсоедините датчик давления к нижнему выходу Т-образного фитинга 1/8 дюйма. Прикрепите один из боковых выходов Т-образного фитинга к трубке измерения давления в Y-образном коннекторе пациента. Подсоедините трубку измерения давления (из поливинилхлорида) 1/8 дюйма аппарата **3100A** непосредственно ко второму боковому выходу Т-образного фитинга.
3. Закройте конец контура пациента резиновой заглушкой №1. Включите давление подачи основного (осевого) газопотока, нажмите и удерживайте нажатой кнопку **“Reset”** до тех пор, пока P_{aw} не повысится, и, используя регуляторы среднего давления и основного (осевого) потока, создайте среднее давление 39 – 43 см H_2O (считывается на датчике давления) (как объяснено в разделе «Процедура запуска» в главе 4).
4. Выньте заглушку №1 и удостоверьтесь, что цифровые показания монитора среднего давления находятся в пределах от -0,5 до +0,5 см H_2O . Настройте регулятор **ZERO** на задней панели так, чтобы цифровые показания монитора среднего давления совпали с показаниями датчика давления с точностью $\pm 0,3$ см H_2O . Эти показания типично находятся в диапазоне между 0,2 и 0,3 см H_2O .
5. Снова поставьте заглушку №1. Нажмите и удерживайте нажатой кнопку **“Reset”** до тех пор, пока P_{aw} не повысится, и снова создайте среднее давление 39 – 43 см H_2O , считывая показания на датчике давления, как объяснено в пункте 3 выше.
6. Настройте регулятор **SPAN** так, чтобы показания монитора среднего давления совпали с показаниями датчика давления с точностью $\pm 0,3$ см H_2O .
7. Если регулятор **SPAN** не требует настройки, то процедура калибровки завершена. Но если регулятор **SPAN** нуждался в настройке, нужно повторить пункты 4, 5 и 6 (типично – дважды) так, чтобы уровень, близкий к нулю, и уровень 39 – 43 см H_2O совпали с точностью $\pm 0,3$ см H_2O .
8. Процедура калибровки датчика давления теперь завершена.

Графический дисплей положения и смещения электромагнитного привода

Процедура калибровки графического дисплея положения и смещения электромагнитного привода такова:

1. Выключите электропитание аппарата **3100A** и отсоедините аппарат от электророзетки.
2. Удалите 4 винта и сдвиньте крышку блока управления.
3. Подсоедините аппарат **3100A** к электророзетке снова и включите электропитание.
4. Включите давление подачи газа – только для основного (осевого) потока газовой смеси.

ПРИМЕЧАНИЕ: Не включайте подачу охлаждающего воздуха.

5. Оставьте подсоединение контура пациента к эндотрахеальной трубке открытым для начала работы, но держите наготове резиновую заглушку №1, чтобы сразу её использовать.
6. Обратитесь к рис.6.7, чтобы найти регулируемые отверткой потенциометры P1, P4 и P7 для панели индикатора динамического смещения электромагнитного привода внутри блока управления.

Вид сверху (крышка удалена)

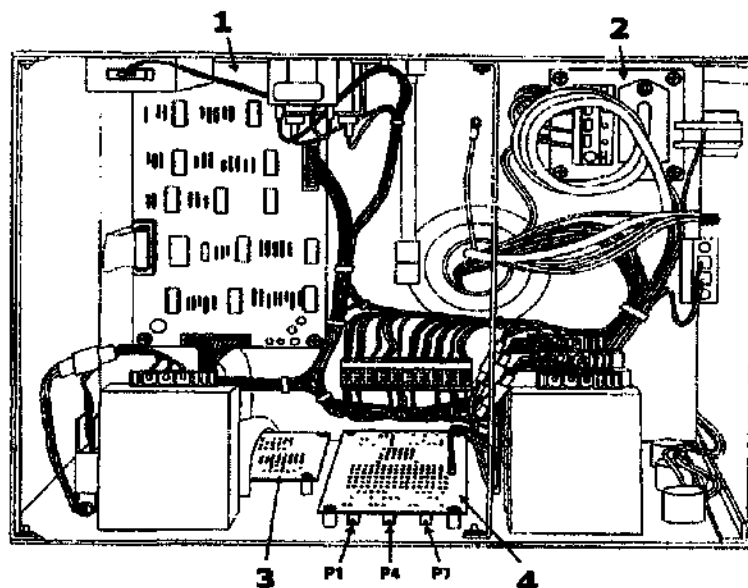


Рис. 6.7 Панели цепей блока управления и чертеж расположения компонент

1 – Панель аварийной сигнализации; 2 – Датчик давления; 3 – Панель сигналов тревоги; 4 – Панель индикатора динамического смещения электромагнитного привода.

7. Установите регулятор ограничения среднего давления («Limit») и регулятор среднего давления («Adjust») в положение «максимум», полностью повернув их по часовой стрелке.
8. Установите поток газовой смеси = 20 л/мин.
9. Установите дисковый переключатель «Максимальный уровень P_{aw} для срабатывания тревоги» («Set Max P_{aw} ») на 00.
10. Убедитесь, что осциллятор не работает.
11. На панели индикатора динамического смещения электромагнитного привода отрегулируйте P7 так, чтобы светился центральный сегмент линейного графика.
12. Поставьте заглушку #1 в соединение контура пациента с эндотрахеальной трубкой и наблюдайте за дисплеем среднего давления.
13. Среднее давление должно немедленно возрасти. Отметьте, когда оно попадет в диапазон 39-43 см H_2O .
14. Отрегулируйте P1, чтобы засветился дальний правый сегмент линейного графика (т.е. сегмент, расположенный вблизи «Предела максимального выдоха»).

ПРИМЕЧАНИЕ: При регулировке P7 и P1 по часовой стрелке светящийся сегмент линейного графика будет смещаться справа налево.

15. Повторите пункты калибровки с 11 по 14 (см. выше), выполняя их необходимое количество раз – до тех пор, пока дальнейших регулировок P1 или P7 не потребуется. Всегда регулируйте P1 со вставленной заглушкой и при среднем давлении 39 – 43 см H_2O .
16. Оставьте заглушку в соединении контура с эндотрахеальной трубкой.
17. Установите основной (осевой) поток газовой смеси = 15 л/мин.
18. Установите дисковый переключатель «Максимальный уровень P_{aw} для срабатывания тревоги» («Set Max P_{aw} ») на величину выше 20.
19. Включите давление подачи охлаждающего газа.
20. Установите частоту дыхания = 15, % времени вдоха = 33.
21. Нажмите Reset и установите среднее давление = 20 см H_2O .
22. С помощью кнопки СТАРТ/СТОП запустите осциллятор.
23. Наблюдая за показаниями давления ΔP , поставьте регулятор мощности так, чтобы обеспечить $\Delta P=30$ и одновременно центрируйте электромагнитный привод (с помощью регулятора центрирования электромагнитного привода).
24. Отрегулируйте P4 на панели индикатора динамического смещения так, чтобы все три сегмента светились на линейном графике.
25. Когда калибровка будет завершена, поставьте на место крышку блока управления и восстановите рабочие установочные значения функциональных параметров аппарата.

ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ ПО ГРАФИКУ

На основании результатов испытаний и использования аппарата в клинической практике, компания **SensorMedics** предлагает проводить периодическое техобслуживание по графику по истечении 4 других периодов времени:

1. По истечении 4 000 часов работы драйвер осциллятора (1,5 Ома) нужно заменить новым или восстановленным драйвером, который имеет новые мембраны и центрирующие шайбы (в этих частях возникает усталость при изгибах). Эту замену производят только уполномоченные инженеры, прошедшие подготовку на предприятии-изготовителе.

ЗАПИСЬ ЗАМЕНЫ ДРАЙВЕРА			
<i>Драйвер нужно заменять по истечении каждые 4 000 часов работы</i>			
ЗАМЕНА	Серийный номер драйвера	Кто произвел замену	Дата
_____ часов	_____	_____	_____
_____ часов	_____	_____	_____
_____ часов	_____	_____	_____
_____ часов	_____	_____	_____

Номер по каталогу 768938А

Рис. 6.8. Ярлык записи замены драйвера по истечении 4 000 часов работы

2. По истечении 8 000 часов аппарат 3100А с драйвером осциллятора 1,5 Ома должен быть тщательно осмотрен уполномоченным инженером, прошедшим подготовку на предприятии-изготовителе. При этом проводится полная тщательная проверка и замена драйвера осциллятора 1,5 Ома + замена всех других деталей, подверженных износу при работе и старению (например, соленоидных клапанов, регуляторов, пластиковых трубок и охлаждающих вентиляторов).
3. По истечении 6 000 часов работы драйвер осциллятора (3,0 Ома) нужно заменить восстановленным драйвером. При этом также должны быть заменены некоторые пневматические компоненты. Это техобслуживание производят только уполномоченные инженеры, прошедшие подготовку на предприятии-изготовителе.

ЗАПИСЬ ЗАМЕНЫ ДРАЙВЕРА			
<i>Драйвер нужно заменять по истечении каждые 6 000 часов работы</i>			
ЗАМЕНА	Серийный номер драйвера	Кто произвел замену	Дата
_____ часов	_____	_____	_____
_____ часов	_____	_____	_____
_____ часов	_____	_____	_____
_____ часов	_____	_____	_____

Номер по каталогу 773940А

Рис. 6.9. Ярлык записи замены драйвера по истечении 6 000 часов работы

4. По истечении 12 000 часов аппарат 3100А с драйвером осциллятора 3,0 Ома должен быть тщательно осмотрен уполномоченным инженером, прошедшим подготовку на предприятии-изготовителе. При этом проводится полная тщательная проверка и замена драйвера осциллятора 3,0 Ома + замена пневматических компонентов (например, регуляторов, пластиковых трубок, фитингов и клапанов).

ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Задача этого раздела – помочь оператору выявить и устранить любые очевидные неисправности аппарата 3100А. Для получения квалифицированной технической помощи обращайтесь к уполномоченному представителю компании на территории России и стран СНГ.

Особые требования к условиям окружающей среды: Избыточные количества пыли и хлопковых волокон возле аппарата 3100А могут привести к его неправильному функционированию из-за закупорки входа охлаждающего вентилятора у основания аппарата ИВЛ. Мы рекомендуем поддерживать максимально возможную чистоту и хорошую вентиляцию возле аппарата 3100А, а тж. проводить своевременную чистку фильтра охлаждающего вентилятора (как описано выше в данной главе).

Разряды статического электричества: Аппарат 3100А сконструирован и испытан так, чтобы выдерживать разряды статического электричества (РСЭ) обычной или высокой интенсивности, возникающие с обычной или высокой частотой. Однако в определенных условиях РСЭ могут вызвать повреждение частей аппарата 3100А. РСЭ возникают, когда на теле или одежде какого-либо человека накопится достаточное количество статического электричества и когда такой человек прикоснется к предмету, обладающему свойствами электропроводности (например, к металлу или к другому человеку). Если РСЭ достаточно интенсивны, это может привести к повреждению частей аппарата. Чтобы избежать этого (особенно в условиях крайне низкой влажности, когда РСЭ, как правило, бывают высокоинтенсивны), сначала прикоснитесь к внешнему металлическому корпусу аппарата и лишь затем Вы можете дотрагиваться до любых других частей аппарата.

Электромагнитные помехи: Аппарат 3100А сконструирован и испытан так, чтобы выдерживать электромагнитные помехи (ЭМП) обычной интенсивности и возникающие с обычной частотой. Однако в определенных условиях ЭМП могут воздействовать на компоненты аппарата. ЭМП представляют собой электромагнитные волны от одного электронного прибора, нарушающие функции других электронных приборов. Эти волны могут распространяться по воздуху или по электропроводам. К возможным источникам ЭМП в условиях больницы относятся магнитно-резонансные томографы, лазеры, диатермическое оборудование, приборы для прижигания, передающие компьютеры и мобильные ручные радиопередатчики (но список этим не ограничивается и может быть дополнен).

Работа радиопередатчиков (например, портативных дуплексных радиостанций, сотовых телефонов и т.п.) в пределах 6 м от аппарата может привести к ошибочным показаниям давления, из-за чего могут сработать ложные сигналы тревоги и аппарат будет автоматически отключен. Эти ошибочные показания давления обусловлены не колебаниями реального давления, а воздействием ЭМП на компоненты измерительных контуров. Как только ЭМП прекращаются, показания давления возвращаются к норме. Если ЭМП достаточно велики и продолжаются достаточно долго, могут сработать сигналы тревоги « $P_{aw} > 50$ см H_2O » или « $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального P_{aw} », что приведет к открытию клапана аварийного сброса и к остановке осциллятора. Как только ЭМП прекратились или устранены, нажмите кнопку сброса «Reset» для повторного запуска осциллятора. Как правило, эту проблему можно решить, выявив создающий ЭМП прибор и удалив его на расстояние не менее 6 м от аппарата.

В дополнение к описанным выше ЭМП вследствие электромагнитного излучения, существуют *проводимые ЭМП*, которые также могут создавать такие же проблемы за счет распространения по линиям электропитания (переменного тока). Типичными устройствами, которые могут создавать такие проблемы, являются персональные компьютеры и другие устройства, работа которых зависит от высокоскоростной переключающейся электроники. Этот вид ЭМП может быть трудно обнаружить, если в непосредственной близости от аппарата расположено много таких приборов. Без дорогостоящего электронного детекторного оборудования единственный способ, позволяющий обнаружить прибор-источник ЭМП, заключается в том, чтобы поочередно отключать электропитание окружающих систем, пока не будут устранены ЭМП.

Важно заметить, что чаще всего возникают ЭМП вследствие электромагнитного излучения от мобильных ручных радиопередатчиков, и такие источники помех нужно изолировать в первую очередь. Большинство устройств, используемых в условиях больницы, нужно проверить на проводимые ЭМП, причем наличие ЭМП, вероятнее всего, можно будет выявить именно по неправильному функционированию этих приборов.

СХЕМА ПОИСКА И УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Приведенную ниже схему следует использовать как руководство для решения проблем, которые могут возникнуть при эксплуатации аппарата 3100A. По любым проблемам, которые не упомянуты в этой схеме, или для решения каких-либо других возникающих вопросов обращайтесь к уполномоченному представителю в России и странах СНГ.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Поиск и устранение неполадок и неисправностей нужно проводить, **ОТСОЕДИНИВ ПАЦИЕНТА ОТ АППАРАТА**, во избежание потенциально опасных ситуаций – таких, как резкие изменения P_{aw} .

СРАБАТЫВАНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНДИКАТОРОВ / ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ ТРЕВОГИ

Состояние	Возможная причина	Возможные меры устранения
Сигнал тревоги: отображаемое на дисплее $P_{aw} > 50 \text{ см H}_2\text{O}$	1. Пациент находится в условиях высокого P_{aw} и дышит самостоятельно. 2. Закупорка сегмента выдоха. 3. Закупорка линии контроля давления. 4. Помехи от радиопередатчика.	1. Возможно, недостаточна скорость основного (осевого) газопотока. Снова отрегулируйте P_{aw}, используя более высокую скорость газопотока. Кроме того, оцените клиническое состояние пациента. 2. Замените контур пациента. 3. Замените контур пациента. 4. Устраните источник помех.
Сигнал тревоги: отображаемое на дисплее $P_{aw} >$ максимального предельного уровня P_{aw} , заданного с помощью дискового переключателя	1. Пациент дышит самостоятельно. 2. Дисковый переключатель установлен на неверную величину параметра. 3. Закупорка сегмента выдоха. 4. Закупорка линии контроля давления. 5. Повышение температуры в контуре пациента. 6. Помехи от радиопередатчика	1. Возможно, недостаточна скорость основного (осевого) газопотока. Снова отрегулируйте P_{aw}, используя более высокую скорость газопотока. Кроме того, оцените клиническое состояние пациента. 2. Измените заданную величину параметра. 3. Замените контур пациента 4. Замените контур пациента 5. Проверьте и откорректируйте температуру контура. 6. Устраните источник помех
Сигнал тревоги: отображаемое на дисплее $P_{aw} <$ минимального предельного уровня P_{aw} , заданного с помощью дискового переключателя.	1. У пациента самостоятельное дыхание 2. Дисковый переключатель установлен на неверную величину параметра. 3. Неправильная установка регулировки P_{aw} или флоуметра (счетчика потока). 4. Падение температуры в контуре пациента. 5. Неправильно задан предельный уровень P_{aw}. 6. Утечка в контуре пациента или в увлажнителе. 7. Утечка в мембране клапана. 8. Помехи от радиопередатчика.	1. Возможно, недостаточна скорость основного (осевого) газопотока. Снова отрегулируйте P_{aw}, используя более высокую скорость газопотока. Кроме того, оцените клиническое состояние пациента. 2. Измените заданную величину параметра. 3. Измените заданную величину параметра. 4. Проверьте и откорректируйте температуру контура. 5. Измените заданную величину параметра. 6. Устраните утечку или замените контур. 7. Замените мембрану клапана. 8. Устраните источник помех.
Сигнал тревоги:	1. Дисковый переключатель установлен	1. Измените заданную величину

отображаемое на дисплее $P_{aw} < 20\%$ заданного максимального P_{aw} .	на неверную величину параметра. 2. Неправильная установка регулировки P_{aw} или флоуметра (счетчика потока). 3. Неправильно задан предельный уровень P_{aw}. 4. Утечка в увлажнителе или в контуре пациента (включая отсоединение пациента) 5. Утечка в мембране клапана 6. Помехи от радиопередатчика 7. Открыт запорный кран «ловушки» конденсата	параметра. 2. Измените заданную величину параметра. 3. Измените заданную величину параметра. 4. Устраните утечку или замените контур 5. Замените мембрану клапана 6. Устраните источник помех 7. Закройте запорный кран «ловушки» конденсата
Осциллятор остановился, при этом других сигналов тревоги нет	1. Заданная величина мощности слишком низка и $\Delta P < 6 \text{ см H}_2\text{O}$. 2. Осциллятор не отцентрирован. 3. Осциллятор неисправен.	1. Отрегулируйте установку на нужное ΔP. 2. Откорректируйте центровку осциллятора. 3. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Сигнал тревоги низкого давления из источника подачи газа	1. Давление на входе $< 30 \text{ psi}$ (давление газов из смесителя или охлаждающего воздуха). 2. Входной фильтр требует замены. 3. Ограничение потока в линиях подачи газов. 4. Внутренняя утечка	1. Проверьте линии подачи газов. 2. Замените фильтры. 3. Замените линии подачи газов. 4. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Сигнал тревоги низкого заряда батарейки	1. Напряжение батарейки ниже оптимального. 2. Отсоединение батарейки.	1. Замените батарейку. 2. Правильно подсоедините батарейку.
Сигнал тревоги перегрева осциллятора	1. Нет потока охлаждающего газа. 2. Перегрев осциллятора из-за слабого потока охлаждающего газа. 3. Перегрев осциллятора из-за неправильной центровки при крайне высоких заданных величинах ΔP. 4. Перегрев осциллятора из-за механической неисправности блока осциллятора.	1. Убедитесь, что подсоединен шланг подачи охлаждающего газа. 2. Проверьте подачу охлаждающего газа (на предмет непроходимости фильтра или ограничения газопотока в шланге) – замените в случае необходимости. 3. Откорректируйте центровку, одновременно мониторируя P_{aw}. 4. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics

НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ ПРОВЕРКЕ

Состояние	Возможная причина	Возможные меры устранения
Сброс / Сбой электропитания	1. Нарушилось подсоединение к источнику переменного тока или перебои в подаче тока.	1. Проверьте подсоединение электрокабеля. Если всё в порядке, попробуйте подсоединить другое оборудование к той же электророзетке. Если другое оборудование работает, возможна внутренняя неисправность. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics . Чтобы запустить осциллятор после устранения проблемы, подайте электропитание к системе, нажмите и удерживайте кнопку “Reset” для установки P_{aw} и затем нажмите

	2. Внутренняя неисправность источника питания	переключатель "Старт/Стоп". 2. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Неудача при попытке откалибровать контур пациента	1. Утечки в подсоединениях контура пациента или увлажнителя. 2. Неправильная установка флоуметра (счетчика потока) 3. Открыт запорный кран «ловушки» конденсата 4. Внутренняя утечка или неправильная регулировка	1. Устраните утечки или замените контур пациента. 2. Установите расходомер на 20 л/мин, смотря на центр поплавка. 3. Закройте запорный кран «ловушки» конденсата 4. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Неудачный результат при проверке функционирования аппарата ИВЛ – P _{aw} вне диапазона (НИЗКОЕ)	1. Неправильная калибровка контура пациента. 2. При проведении регулировки на 20 л/мин флоуметра не сверялись с центром плавающего шарика. 3. Был использован диапазон параметров, не соответствующий данной высоте над уровнем моря. 4. Осциллятор не отцентрирован правильно. 5. Внутренняя неисправность.	1. Выполните калибровку контура пациента. 2. Отрегулируйте поток, сверяясь с центром плавающего шарика. 3. Используйте диапазон параметров, соответствующий данной высоте над уровнем моря. 4. Отцентрируйте электромагнитный привод правильно с помощью регулятора центрирования. 5. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Неудачный результат при проверке функционирования аппарата ИВЛ – P _{aw} вне диапазона (ВЫСОКОЕ)	1. Неправильная калибровка контура пациента. 2. При проведении регулировки на 20 л/мин флоуметра не сверялись с центром плавающего шарика. 3. Был использован диапазон параметров, не соответствующий данной высоте над уровнем моря. 4. Осциллятор не отцентрирован правильно. 5. Величина P _{aw} задана с помощью регулятора предела (т.е. ограничителя) (Limit), а не с помощью регулятора P _{aw} (Adjust). 6. Внутренняя неисправность.	1. Выполните калибровку контура пациента. 2. Отрегулируйте поток, сверяясь с центром плавающего шарика. 3. Используйте диапазон параметров, соответствующий данной высоте над уровнем моря. 4. Отцентрируйте электромагнитный привод правильно с помощью регулятора центрирования. 5. Исправьте заданную величину параметра. 6. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Неудачный результат при проверке функционирования аппарата ИВЛ - ΔP вне диапазона (НИЗКОЕ)	1. Трубка для подачи основного газопотока от увлажнителя к контуру была обрезана до длины < 76 см, или использована трубка, не входившая в комплект поставки (т.е. не соответствующая данному дыхательному контуру) 2. Осциллятор не отцентрирован правильно. 3. Не установлена мощность = 6. 4. Компрессионные характеристики увлажнителя позволяют ΔP падать. 5. Внутренняя неисправность.	1. Используйте трубку для подачи основного газопотока, поставляемую вместе с дыхательным контуром, и не укорачивайте её. 2. Отцентрируйте электромагнитный привод правильно с помощью регулятора центрирования. 3. Установите мощность = 6. 4. Отсоедините увлажнитель при проверке функционирования аппарата, затем снова подсоедините увлажнитель. 5. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics

Неудачный результат при проверке функционирования аппарата ИВЛ - ДР вне диапазона (ВЫСОКОЕ)	1. Осциллятор не отцентрирован. 2. Осциллятор не прогрелся. 3. Был использован диапазон параметров, не соответствующий данной высоте над уровнем моря. 4. Внутренняя неисправность.	1. Отцентрируйте электромагнитный привод правильно с помощью регулятора центрирования. 2. Дайте осциллятору прогреться в течение 5 минут. 3. Используйте диапазон параметров, соответствующий данной высоте над уровнем моря. 4. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics.
---	---	--

НЕОБЪЯСНИМЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ АППАРАТА

Состояние	Возможная причина	Возможные меры устранения
Осциллятор отключается и клапан сброса открывается во время работы аппарата	1. С помощью дискового переключателя установлена слишком высокая максимальная величина P_{aw}. 2. Резкое изменение P_{aw} вследствие сверхагрессивного изменения параметров управления с использованием регулировки P_{aw}. 3. Отсоединилась эндотрахеальная трубка. 4. Радиочастотные помехи.	1. С помощью дискового переключателя установите более низкую величину P_{aw} так, чтобы она была ближе к целевому значению этого параметра. 2. Повторно установите величину P_{aw} и произведите небольшую регулировку P_{aw}, используя регулятор флоуметра (счетчика потока). ВНИМАНИЕ: См. главу 5, где указаны минимальные требуемые величины газопотока. 3. Вновь подсоедините эндотрахеальную трубку. 4. Выявите прибор, создающий радио-помехи, и удалите его на необходимое расстояние.
Осциллятор не включается повторно после временного отсоединения (например, после рутинной санации дыхательных путей).	1. С помощью дискового переключателя установлена слишком высокая максимальная величина P_{aw}. 2. Чтобы повторно запустить осциллятор P_{aw} должно сначала быть >20% заданного максимального P_{aw}, но чтобы достичь P_{aw} >20% заданного максимального P_{aw}, осциллятор должен быть включен.	1. С помощью дискового переключателя установите более низкую величину P_{aw} так, чтобы она была ближе к целевому значению этого параметра. 2. С помощью дискового переключателя временно установите более низкую максимальную величину P_{aw} – до тех пор, пока осциллятор не запустится. Если при этих действиях осциллятор всё равно не запускается, уменьшите мощность и увеличьте P_{aw} до целевого уровня, используя регулятор флоуметра (счетчика потока) и регулятор P_{aw}; затем увеличьте мощность, удерживая при этом P_{aw} на нужном уровне за счет регулировки флоуметра (счетчика потока) или установки регулятора P_{aw} на более низкий уровень.
P _{aw} нестабильно – скачки на 2 – 3 см H ₂ O.	1. Вода собирается в клапане регулировки P_{aw}. 2. Пациент дышит самостоятельно. 3. Изношена или повреждена мембрана клапана. 4. Внутренняя неисправность.	1. Отрегулируйте высоту контура для лучшего дренажа. 2. Скорость основного газопотока, видимо, недостаточна; повторно отрегулируйте P_{aw}, используя более высокий газопоток. Кроме того, оцените клиническое состояние пациента. 3. Замените мембрану клапана. 4. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics.

Рав «прыгает» на > 5 см H ₂ O, когда его пытаются регулировать с помощью регулятора Рав.	1. Изношенная или неправильно установленная мембрана клапана 2. Внутренняя неисправность	1. Замените мембрану клапана. 2. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Невозможно отцентрировать осциллятор	1. Крайне высокая величина ΔР. 2. Утечка охлаждающего газа или блокада в линии его подачи. 3. Внутренняя неисправность.	1. Это нормальное поведение системы при крайне высоких величинах ΔР. 2. Проверьте подачу охлаждающего газа и картридж фильтра (при необходимости – замените). 3. Вызовите уполномоченных инженеров компании SensorMedics
Осциллятор издает скрипящий звук	1. Дефект мембраны клапана.	1. Замените мембрану клапана.

Приложение А.

Информация для контакта с представителями компании Viasys и оформления заказов

Для получения необходимой информации по вопросам покупки оборудования, наладки и гарантийного / постгарантийного ремонта следует обращаться в ООО «Центр Перинатальной Медицины» – эксклюзивный представитель компании VIASYS Healthcare на территории РФ и стран СНГ:

109004, Москва, Товарищеский пер., д. 20-4

Тел. (495) 911-93-17 / 77,

Факс: (495) 911-36-71.

Ввод в эксплуатацию, наладка и гарантийный ремонт на территории России и стран СНГ осуществляются сервисными инженерами (и их представителями на местах) ООО «Центр Перинатальной Медицины».

КОМПЛЕКТУЮЩИЕ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ЗАПАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И ЧАСТИ

Информацию о комплектующих, вспомогательных и запасных частях и изделиях можно получить по телефону в уполномоченном представительстве компании на территории РФ и стран СНГ.

№ детали по каталогу	Описание
766895	Корпус дыхательного контура пациента для аппарата 3100A (4 шт. в коробке)
766896	Комплект чашка / мембрана (4 шт. в коробке)
766897	Корпус мембраны осциллятора с «ловушкой» конденсата (4 шт. в коробке)
767163	Фильтр, устанавливаемый на входе газов (10 шт. в упаковке)
765734-104	Комплект соединительных трубок (длина 20 см, голубые)
765734-105	Комплект соединительных трубок (длина 20 см, зеленые)
765734-106	Комплект соединительных трубок (длина 66 см, красные)
766595	Трубки увлажнителя
766798	Хлопковый фильтр в стойке
765742	Ремешок-держатель для контура пациента
463202	Регулируемая опора для контура пациента
768965	Крепежный кронштейн для увлажнителя, 77 мм (RCI ConchaTherm)
768968	Крепежный кронштейн для увлажнителя, 30 мм (Fisher & Paykel)
771375	Гибкий контур пациента с нагреваемой проволокой 129,5 см (Fisher & Paykel) (4 шт. в коробке)
771374	Гибкий контур пациента с нагреваемой проволокой 96,5 см (Fisher & Paykel) (4 шт. в коробке)
480045	Кабель для увлажнителей Fisher & Paykel MR600
480044	Кабель для увлажнителей Fisher & Paykel MR700
771464	Гибкий контур пациента с нагреваемой проволокой 129,5 см для увлажнителя Hudson RCI 380-90 (4 шт. в коробке)
771463	Гибкий контур пациента с нагреваемой проволокой 96,5 см для увлажнителя Hudson RCI 380-90 (4 шт. в коробке)
771466	Гибкий контур пациента с нагреваемой проволокой 129,5 см – только для увлажнителя Hudson RCI 380-88 (4 шт. в коробке)
771465	Гибкий контур пациента с нагреваемой проволокой 96,5 см для увлажнителя Hudson RCI 380-88 и Concha IV (4 шт. в коробке)

Приложение Б.

СПЕЦИФИКАЦИИ АППАРАТА 3100А

Ручки и клавиши регулировки
Индикаторы
Измерение давления
Сигналы тревоги
Электрические характеристики
Пневматические подключения
Физические характеристики
Графики функций аппарата 3100А

РУЧКИ И КЛАВИШИ РЕГУЛИРОВКИ

Основной (осевой) поток газовой смеси

Скорость потока: 0 – 40 л/мин. Для регулировки используется плавно вращающаяся ручка, рассчитанная на 15 поворотов.

Разрешающая способность: 2,5 л/мин.

Точность: $\pm 10\%$ от полного диапазона шкалы при выполнении следующих условий: температура воздуха или кислорода составляет 21°C , а давление 760 мм. рт. ст.

Регулировка среднего давления

Минимальный диапазон среднего давления: 3 – 45 см H_2O (в зависимости от величины основного (осевого) потока газовой смеси).

Разрешающая способность: 0,1 см H_2O по цифровому индикатору для измерения давления в дыхательных путях; для установки используется ручка управления, рассчитанная на 1 поворот.

Точность: Ручка управления не откалибрована.

Ограничение среднего давления:

Минимальный диапазон среднего давления в проксимальном сегменте дыхательных путей: 10 – 45 см H_2O .

Разрешающая способность: 0,1 см H_2O по цифровому индикатору для измерения давления в дыхательных путях; для установки используется ручка управления, рассчитанная на 1 поворот.

Точность: Ручка управления не откалибрована.

Мощность

Разрешающая способность: При 100% мощности достигается максимальная амплитуда среднего давления в проксимальном сегменте дыхательных путей $\Delta P > 90$ см H_2O .

Точность: Отградуированная ручка управления с фиксатором, рассчитанная на 10 поворотов, не откалибрована в % мощности.

Частота

Частота осциллятора: 3 – 15 Гц.

Разрешающая способность: 0,1 Гц по цифровому индикатору; для установки используется ручка управления, рассчитанная на 10 поворотов.

Точность: $\pm 5\%$ от полного диапазона шкалы.

Время вдоха (%)

Диапазон: 30 – 50% от осцилляторного цикла.

Разрешающая способность: $\pm 1\%$ по показаниям цифрового индикатора.

Точность: $\pm 5\%$ от полного диапазона шкалы.

Старт / Стоп: Осциллятор может быть задействован или нет.

Дисковый переключатель установки максимального значения среднего давления в дыхательных путях (P_{aw}) для срабатывания сигнала тревоги

Диапазон: 0 – 49 см H₂O.
Разрешающая способность: 1 см H₂O.
Точность: ± 2 см H₂O.

Дисковый переключатель установки минимального значения среднего давления в дыхательных путях (P_{aw}) для срабатывания сигнала тревоги

Диапазон: 0 – 49 см H₂O.
Разрешающая способность: 1 см H₂O.
Точность: ± 2 см H₂O.

Заглушение сигнала тревоги на 45 сек.

Звуковой сигнал тревоги может быть заглушен на 45 сек. (± 5 сек.).

Центрирование электромагнитного привода

Осуществляется с помощью ручки управления, рассчитанной на 10 поворотов. Ручка управления задаёт регулируемую электросилу противодействия, приложенную к катушке осциллятора. Эта сила противодействия уравнивает действие среднего давления в дыхательных путях, стремящееся сместить электромагнитный привод от центра. Результат центрирования отображается на графическом дисплее положения и смещения электромагнитного привода и осуществляется по уровню среднего давления в дыхательных путях (P_{aw}).

Сброс сигналов тревоги и переустановка функций тревоги

Производится сброс сигналов тревоги и переустановка функций тревоги «P_{aw} > 50 см H₂O» и «P_{aw} < 20% заданного максимального P_{aw}» после устранения тревожного состояния. Всегда производится сброс и переустановка сигнала тревоги о сбое электропитания.

Калибровка контура пациента

Используется для регулировки максимального значения среднего давления, которое может быть получено при использовании конкретного контура пациента (см. главу 2).

Питание от источника переменного тока: Включено / выключено.

ИНДИКАТОРЫ

Осциллятор включен: При нажатии кнопки «Старт/Стоп» загорается зеленый светодиод.

Осциллятор остановлен (выключен): Красный светодиод.

Заглушение сигнала тревоги на 45 сек.: Желтый светодиод на кнопке

P_{aw} > 50 см H₂O: Красный светодиод.

P_{aw} < 20% заданного максимального P_{aw}: Красный светодиод.

Превышение заданного максимального значения P_{aw}: Красный светодиод.

Падение P_{aw} ниже заданного минимального значения: Красный светодиод.

Сбой электропитания: Красный светодиод (на кнопке “Reset / Power Failure” – «Сброс / Сбой электропитания»).

Перегрев осциллятора: Желтый светодиод.

Низкий заряд аккумуляторной батарейки: Желтый светодиод.

Низкое давление газа: Желтый светодиод.

ΔP: на цифровом индикаторе (с точностью до ближайшего см H₂O).

Время вдоха (%): Заданное значение времени вдоха (%) показано на цифровом индикаторе.

Частота: Заданная частота осциллятора (Гц) показана на цифровом индикаторе.

Положение и смещение электромагнитного привода: 17-сегментный линейный график, на дисплее которого отображено смещение электромагнитного привода осциллятора.

Монитор среднего давления: Измеренная величина P_{aw} показана с точностью до ближайшей 0,1 см H_2O .

Время работы аппарата: Время работы аппарата 3100А (когда аппарат получал электропитание) показано на цифровом индикаторе с точностью до ближайшей 0,1 часа.

Заданное максимальное значение P_{aw} : Дисковый переключатель, размеченный в см H_2O .

Заданное минимальное значение P_{aw} : Дисковый переключатель, размеченный в см H_2O .

Звуковой сигнал тревоги: Модулированный звуковой сигнал с частотой 3 кГц.

Электропитание от источника переменного тока: Визуальная индикация (I / O).

ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

Диапазон давления в дыхательных путях: от -130 до +130 см H_2O .

Разрешающая способность: 0,1 см H_2O .

Точность: В пределах $\pm 2\%$ от считываемого значения или ± 2 см H_2O (действует бо́льшая из этих двух величин) при условии периодически производимой калибровки (см. главу 6).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Несоблюдение рекомендованных процедур техобслуживания монитора для измерения давления в дыхательных путях (см. главу 6) может привести к травме пациента и/или обслуживающего персонала или к повреждению оборудования.

СИГНАЛЫ ТРЕВОГИ

Сигналы тревоги, извещающие о нарушении безопасности: Визуальные и звуковые индикаторы; при их срабатывании нужные меры предпринимает сам аппарат.

$P_{aw} > 50$ см H_2O : Срабатывают сигналы тревоги, осциллятор прекращает работу, а клапан аварийного сброса открывается при превышении предельного уровня.

Разрешающая способность: устанавливается предварительно.

Точность: $\pm 2\%$ от считываемого значения или ± 2 см H_2O (действует бо́льшая из этих двух величин).

$P_{aw} < 20\%$ заданного максимального P_{aw} : Срабатывают сигналы тревоги, осциллятор прекращает работу, а клапан аварийного сброса открывается при падении давления ниже предельного уровня.

Разрешающая способность: устанавливается предварительно на уровне 20% заданного максимального P_{aw} .

Точность: $\pm 2\%$ от считываемого значения или ± 2 см H_2O (действует бо́льшая из этих двух величин).

Предупреждающие сигналы тревоги: Визуальные и звуковые индикаторы; при их срабатывании нужные меры должен предпринять обслуживающий персонал.

При превышении заданной максимальной величины P_{aw} срабатывают сигналы тревоги.

Диапазон: 0 – 49 см H_2O .

Разрешающая способность: 1 см H_2O .

Точность: $\pm 2\%$ от считываемого значения или ± 2 см H_2O (действует бо́льшая из этих двух величин).

При падении P_{aw} ниже заданной минимальной величины срабатывают сигналы тревоги.

Диапазон: 0 – 49 см H_2O .

Разрешающая способность: 1 см H_2O .

Точность: $\pm 2\%$ от считываемого значения или ± 2 см H_2O (действует бо́льшая из этих двух величин).

Предостерегающие сигналы тревоги: Визуальный индикатор тревоги; при его срабатывании нужные меры должен предпринять обслуживающий персонал.

Перегрев осциллятора: Визуальный индикатор срабатывает, когда температура катушки осциллятора достигает 175°C.

Точность: $\pm 5\%$.

Низкий заряд аккумуляторной батарейки: Визуальный индикатор срабатывает при низком заряде батарейки, обеспечивающей подачу сигнала тревоги о сбое электропитания. Батарейку нужно заменить.

Низкое давление газа: Визуальный индикатор срабатывает, когда давление газовой смеси, подаваемой смесителем, или давление воздуха в системе воздушного охлаждения осциллятора падает ниже предельного значения 30 psig.

Точность: $\pm 5\%$ при работе в режиме, когда газовая смесь подается смесителем.

Заглушение сигнала тревоги на 45 сек.: Индикатор срабатывает приглушении сигнала тревоги на 45 сек. (т.е. после нажатия кнопки).

Точность: ± 5 сек.

Сбой электропитания: Соответствующие звуковой и визуальный индикаторы срабатывают при выключении электропитания, при отсоединении шнура питания от электророзетки или при недостаточном напряжении, подаваемом к электронике аппарата.

Осциллятор остановлен (выключен): Соответствующие звуковой и визуальный индикаторы срабатывают, когда величина ΔP в дыхательных путях пациента падает ниже 5 – 7 см H₂O.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Звуковой сигнал тревоги указывает на наличие условий, которые потенциально вредны для пациента и не должны оставаться без внимания. Отсутствие должной реакции на эти сигналы тревоги может привести к травме пациента (и даже к его смерти) и/или повреждению аппарата ИВЛ.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Требования к источнику электропитания: Переменный ток 115 В, 7,5 А, 60 Гц
Переменный ток 100 В, 7,5 А, 50 Гц
Переменный ток 220 В, 4,0 А, 50 Гц
Переменный ток 240 В, 4,0 А, 50 Гц

Ток утечки: < 100 мкА.

Двойная защита от электроперегрузок.

Подсоединение к источнику питания: 3-штырьевая вилка с заземлением, предназначенная для использования в медицинских учреждениях.

Стандарты безопасности: Спроектировано с соблюдением стандартов CSA C22.2 №125; UL-544; ETL; IEC 601-1.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Не пытайтесь нарушать правильное соединение заземляющего шнура, т.к. это может привести к поломке аппарата или подсоединенного к нему оборудования, от чего может пострадать пациент, а тж. обслуживающий персонал. Предприятие-изготовитель оснащает данный аппарат шнуром с вилкой для подключения к источнику переменного тока, предназначенным для использования в медицинских учреждениях. Надежность заземления может быть гарантирована только в том случае, когда этот шнур с вилкой подсоединяют к проверенной электророзетке, которая предназначена для использования в медицинских учреждениях.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПОДСОЕДИНЕНИЯ

Входной порт от воздушно-кислородного смесителя

Тип: кислородный штуцер стандарта DISS.

Диапазон давления: 40 – 60 psig.

Максимальная скорость потока: 40 л/мин. $\pm 10\%$.

Защита от превышения давления: имеется предохранительный клапан, срабатывающий при давлении в 75 psig $\pm 15\%$.

Входной порт подачи охлаждающего воздуха

Тип: воздушный штуцер стандарта DISS.

Диапазон давления: 40 – 60 psig.

Поток: 15 л/мин. $\pm 10\%$ для драйвера 1,5 Ома;

10 л/мин. $\pm 10\%$ для драйвера 3,0 Ома.

Защита от превышения давления: имеется предохранительный клапан, срабатывающий при давлении в 75 psig $\pm 15\%$.

Выходной порт, подсоединяемый к увлажнителю

Тип: выходной штуцер 3/8 дюйма.

Защита от превышения давления: имеется предохранительный клапан, срабатывающий при давлении в 5 psig $\pm 15\%$.

Клапан контроля P_{aw}: Зеленая маркировка, оснащен коннектором Люэровского типа.

Клапан ограничения давления P_{aw}: Голубая маркировка, оснащен коннектором Люэровского типа.

Клапан аварийного сброса: Красная маркировка, оснащен коннектором Люэровского типа.

Сенсор P_{aw}: Белая маркировка, оснащен коннектором Люэровского типа.

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Материалы: Все материалы, использованные в аппарате 3100A и его дыхательном контуре, нетоксичны и не создают опасности для здоровья пациента и обслуживающего персонала.

Размеры стойки с блоком управления:	Высота:	137 см
	Ширина:	47 см
	Глубина:	29 см
	Вес:	65 кг

Основание оборудовано 5 ножками, каждая из которых имеет фиксаторные колесики диаметром 10 см. Размер основания в поперечнике (внизу) составляет 71 см.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: Не размещайте на блоке управления аппарата никакие вспомогательные приспособления с жидкостью, предметы массой > 4,5 кг или крупногабаритные предметы, которые выходят за пределы блока управления аппарата более чем на 15 см (в высоту или в стороны). Это может привести к повреждению или опрокидыванию аппарата ИВЛ и – как следствие – травмированию пациента или персонала и/или повреждению подсоединенного оборудования.

Требования к условиям окружающей среды и эксплуатационному окружению

Температура: 5 – 40°C.

Влажность: 15% – 95% (без образования конденсата)

Некоторые факторы окружающей среды – такие, как разряды статического электричества и электромагнитные помехи, – требуют особого внимания со стороны обслуживающего персонала. Более подробно они обсуждены в главе 6 («Техническое обслуживание, поиск и устранение неисправностей»).

ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ АППАРАТА 3100А

Зависимость дыхательного объема (в дистальном отделе контура) от частоты при максимальной мощности

- Два задаваемых значения % времени вдоха (50% и 33%)
- Один размер эндотрахеальной трубки (3,0 мм)
- Одно значение комплайенса легких (1,02 мл / см H₂O)

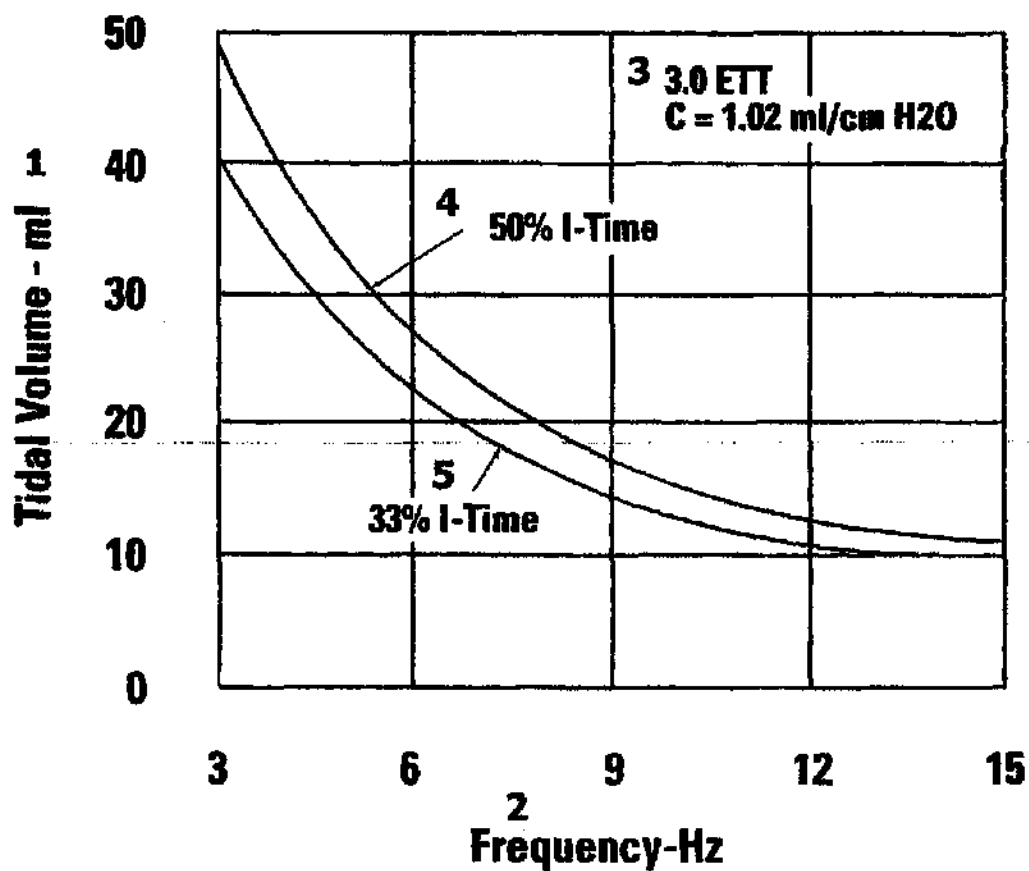


Рис. В.1

1 – Дыхательный объем (мл); 2 – Частота (Гц); 3 – ЕТТ – эндотрахеальная трубка, С – комплайнс легких;
4 – Время вдоха 50%; 5 – Время вдоха 33%.

Зависимость дыхательного объема (в дистальном отделе контура) от заданной мощности при 33% времени вдоха и при частоте дыхания 15 Гц

- Три размера эндотрахеальной трубки (3,5 мм, 3,0 мм и 2,5 мм)
- Одно значение комплайенса легких (1,02 мл / см H₂O)

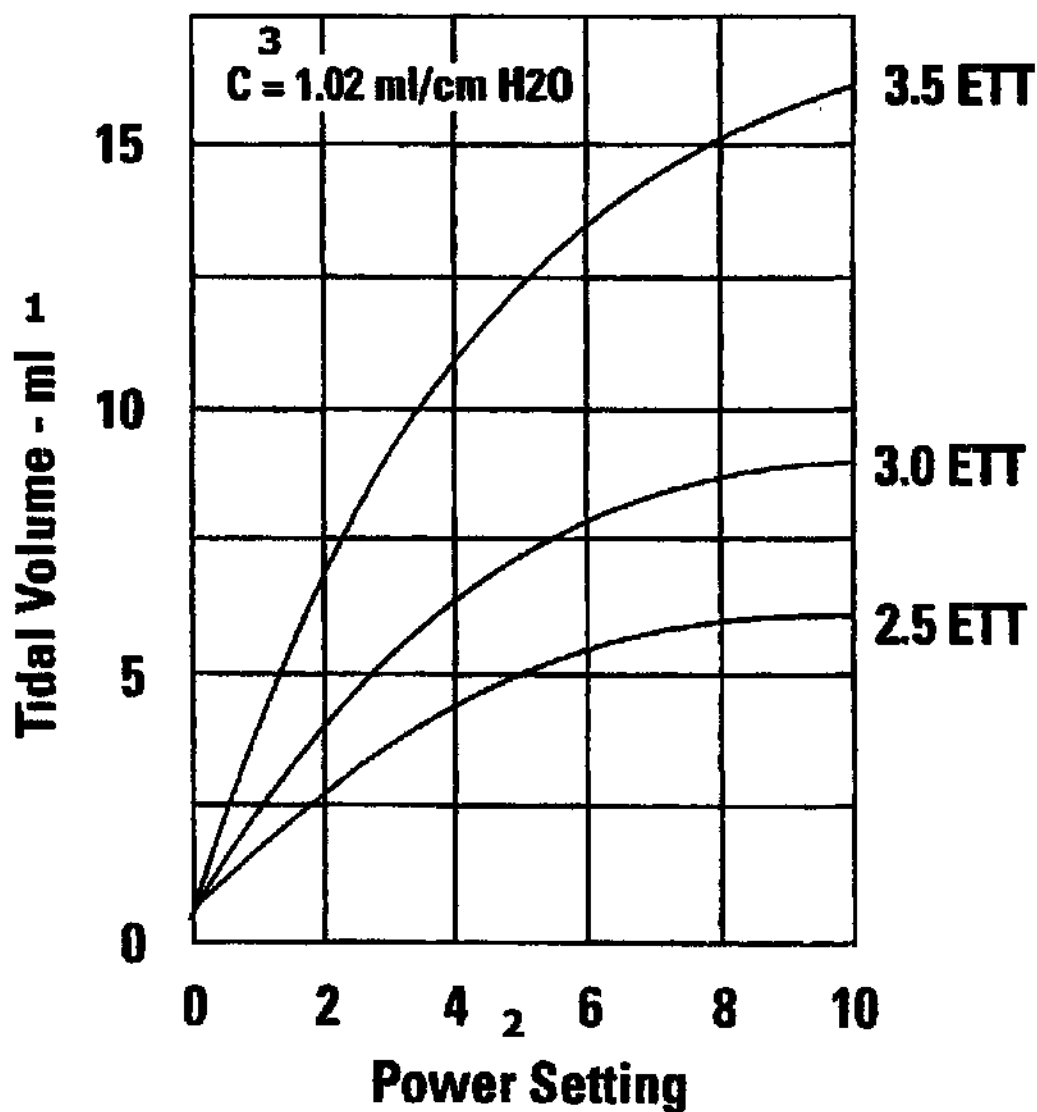


Рис. В.2

1 – Дыхательный объем (мл); 2 – Заданное значение мощности;
3 – C – комплайнс легких; ETT – эндотрахеальная трубка.

Зависимость величины соотношения ΔP от частоты при максимальной мощности и 50% времени вдоха

- Три размера эндотрахеальной трубки (3,5 мм, 3,0 мм и 2,5 мм)
- Одно значение комплайенса легких (1,02 мл / см H₂O)

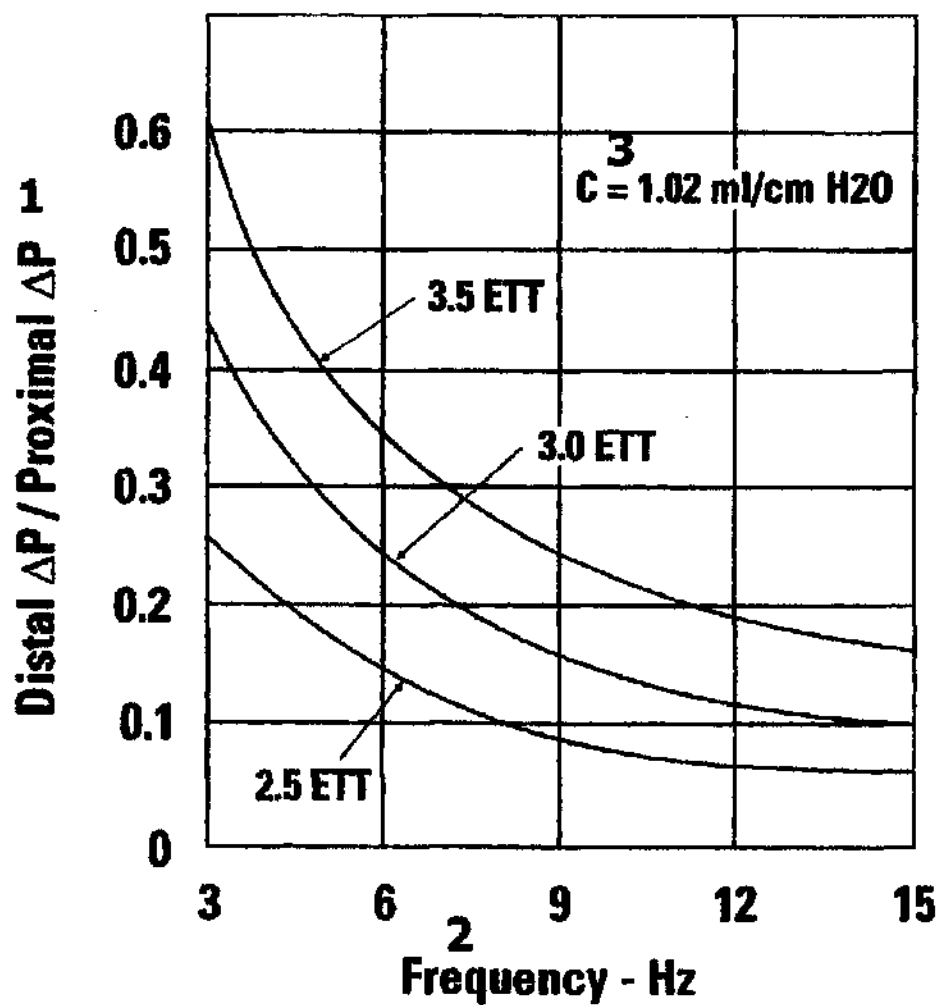


Рис. В.3

1 – Соотношение величин ΔP в дистальном и в проксимальном отделах дыхательного контура;
 2 – Частота (Гц); 3 – C – комплайнс легких; ETT – эндотрахеальная трубка.

Зависимость дыхательного объема (в дистальном отделе контура) от частоты при максимальной мощности и 33% времени вдоха

- Три размера эндотрахеальной трубки (3,5 мм, 3,0 мм и 2,5 мм)
- Одно значение комплайенса легких (1,02 мл / см H₂O)

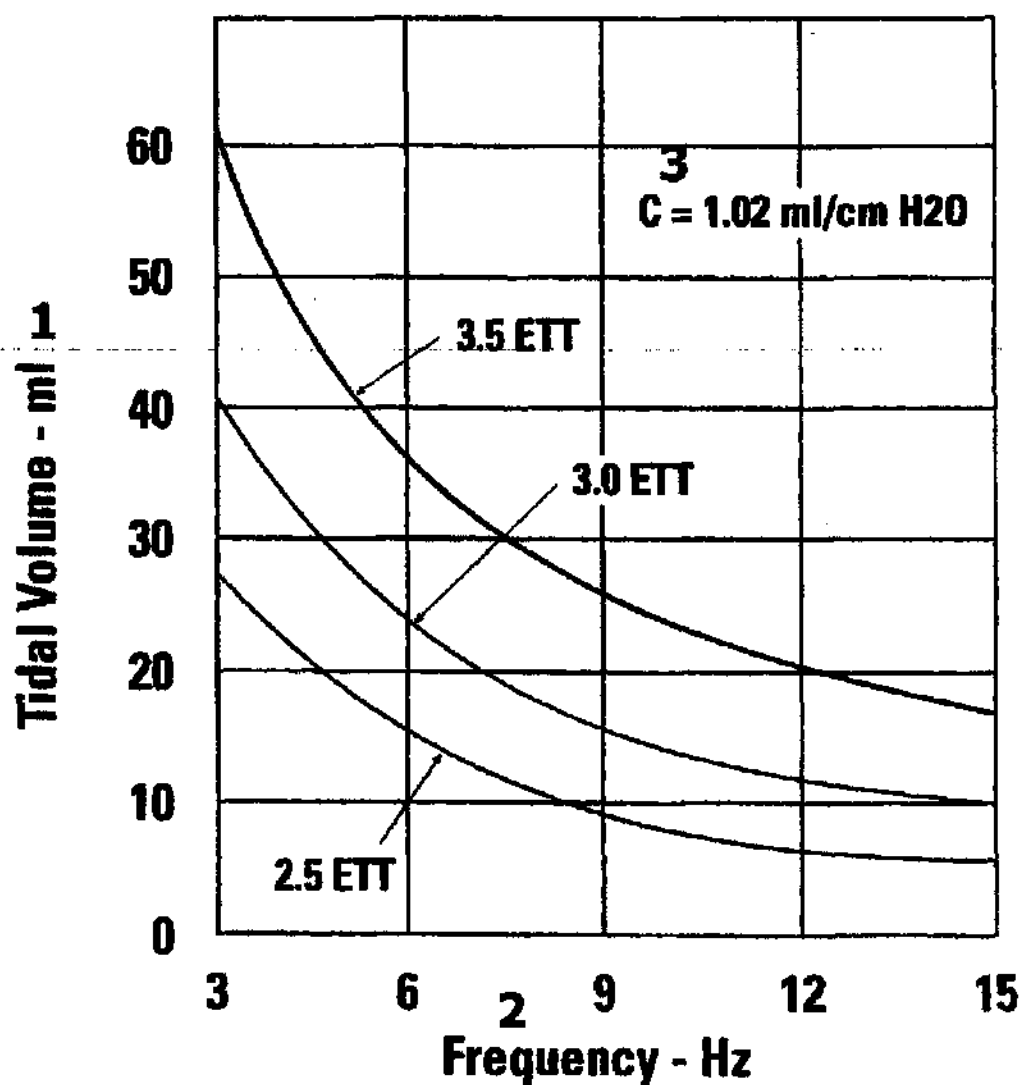


Рис. В.4

1 – Дыхательный объем (мл); 2 – Частота (Гц); 3 – С – комплайнс легких; ЕТТ – эндотрахеальная трубка.

Зависимость дыхательного объема (в дистальном отделе контура) от частоты при максимальной мощности и 33% времени вдоха

- Один размер эндотрахеальной трубки (2,5 мм)
- Три значения комплайенса легких (2,01 мл / см H_2O ; 1,02 мл / см H_2O ; 0,52 мл / см H_2O)

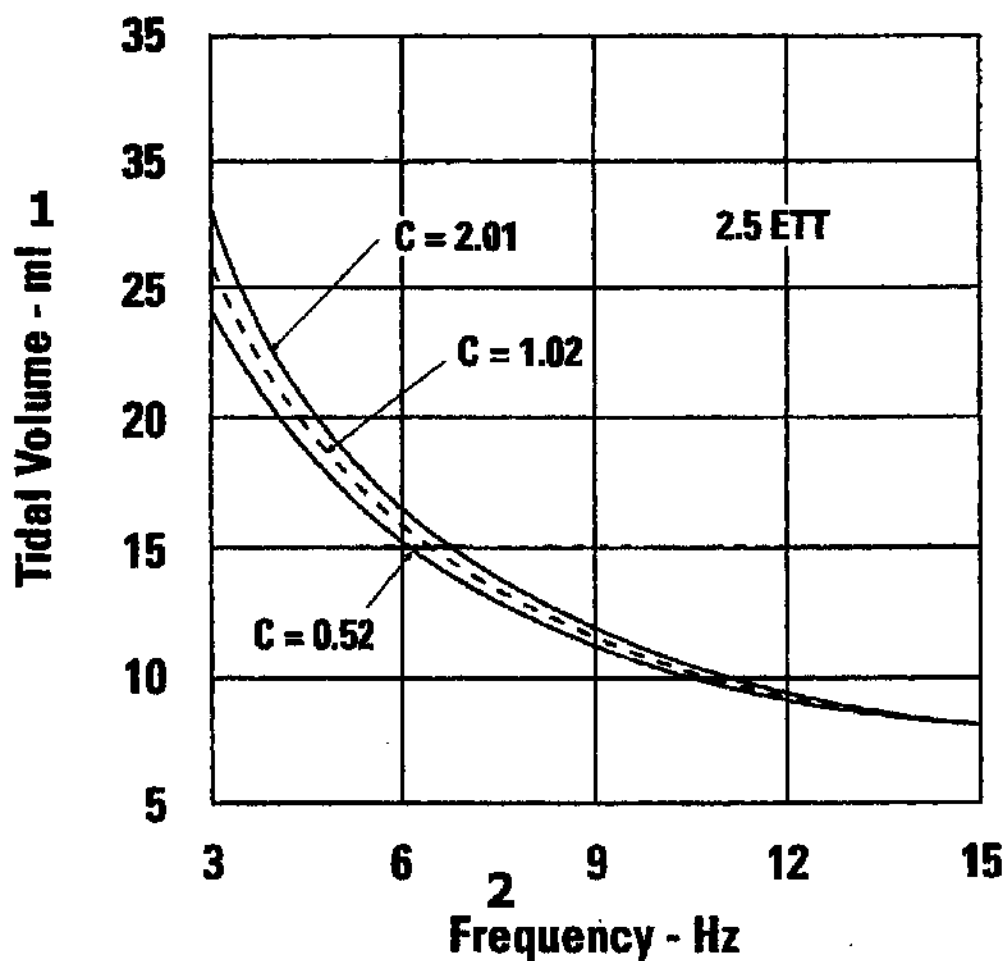


Рис. В.5

1 – Дыхательный объем (мл); 2 – Частота (Гц); C – комплайнс легких; ЕТТ – эндотрахеальная трубка.

Зависимость дыхательного объема (в дистальном отделе контура) от частоты при максимальной мощности и 33% времени вдоха

- Три размера эндотрахеальной трубки (6,5 мм, 5,5 мм и 4,5 мм)
- Одно значение комплайенса легких (13,24 мл / см H₂O)

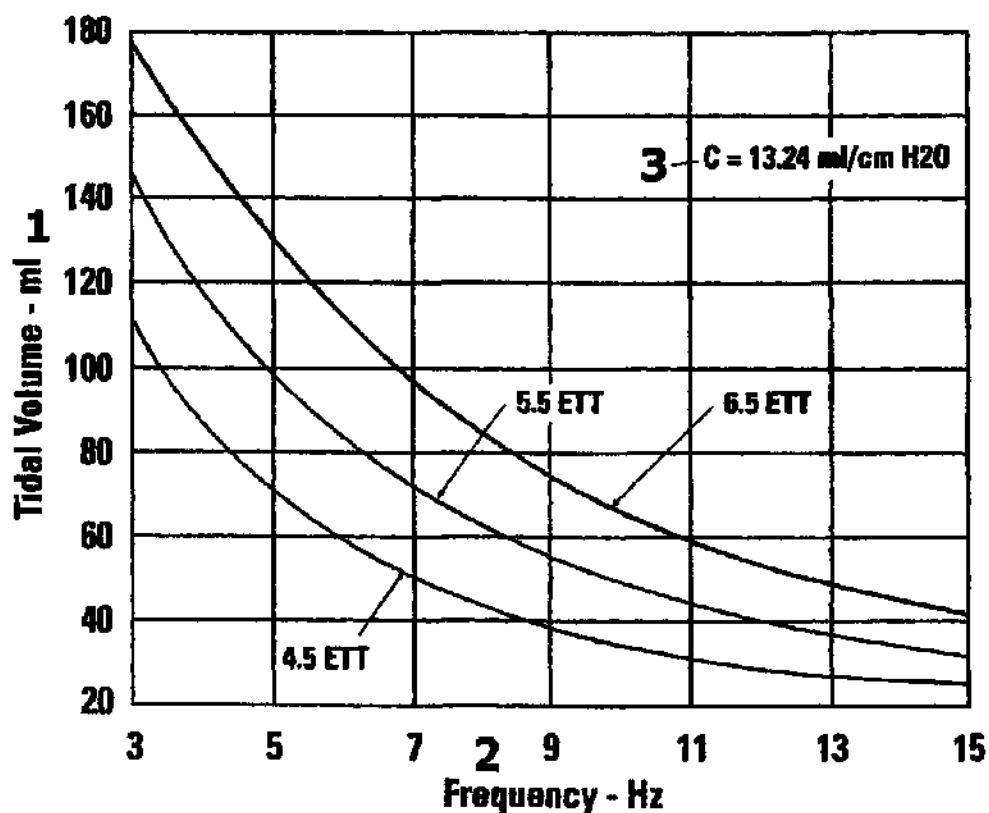


Рис. В.6

1 – Дыхательный объем (мл); 2 – Частота (Гц); 3 – C – комплайнс легких; ETT – эндотрахеальная трубка.

Зависимость величины соотношения ΔP от частоты при максимальной мощности и 33% времени вдоха

- Три размера эндотрахеальной трубки (6,5 мм, 5,5 мм и 4,5 мм)
- Одно значение комплайенса легких (13,24 мл / см H₂O)

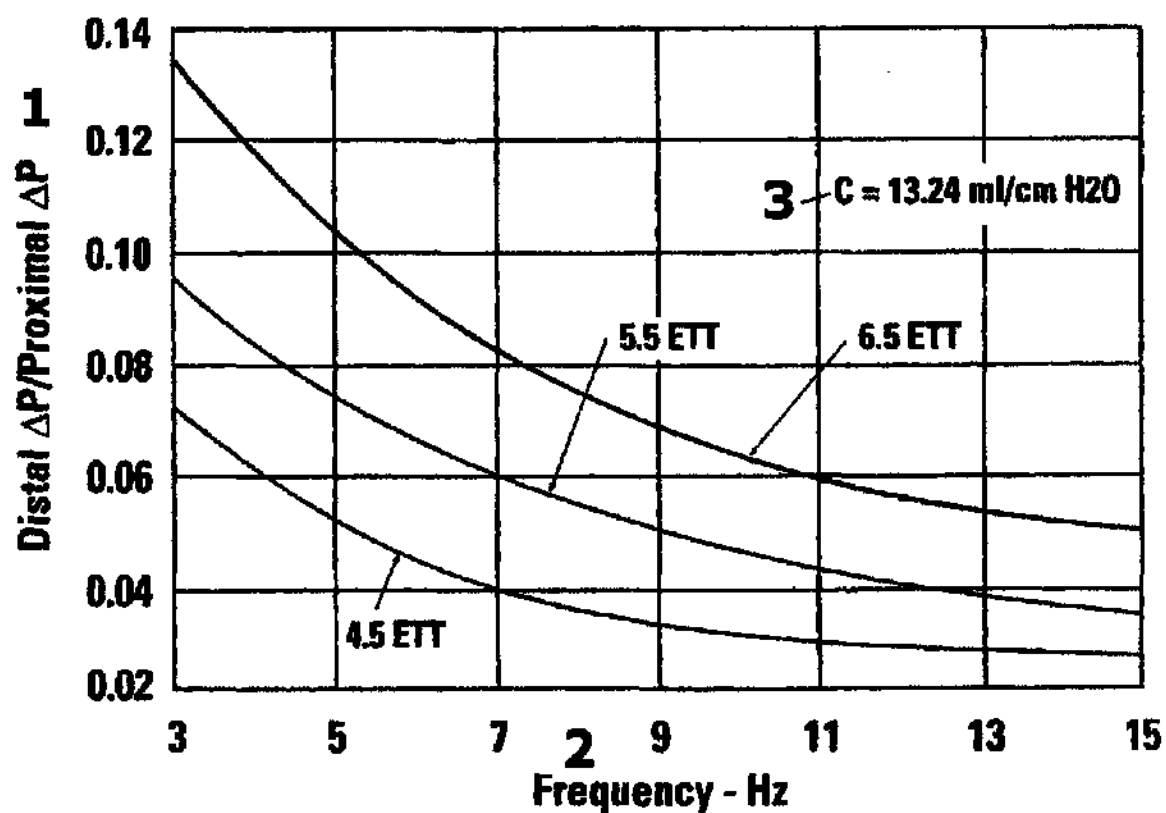


Рис. В.7

1 – Соотношение величин ΔP в дистальном и в проксимальном отделах дыхательного контура;
 2 – Частота (Гц); 3 – C – комплайнс легких; ETT – эндотрахеальная трубка.