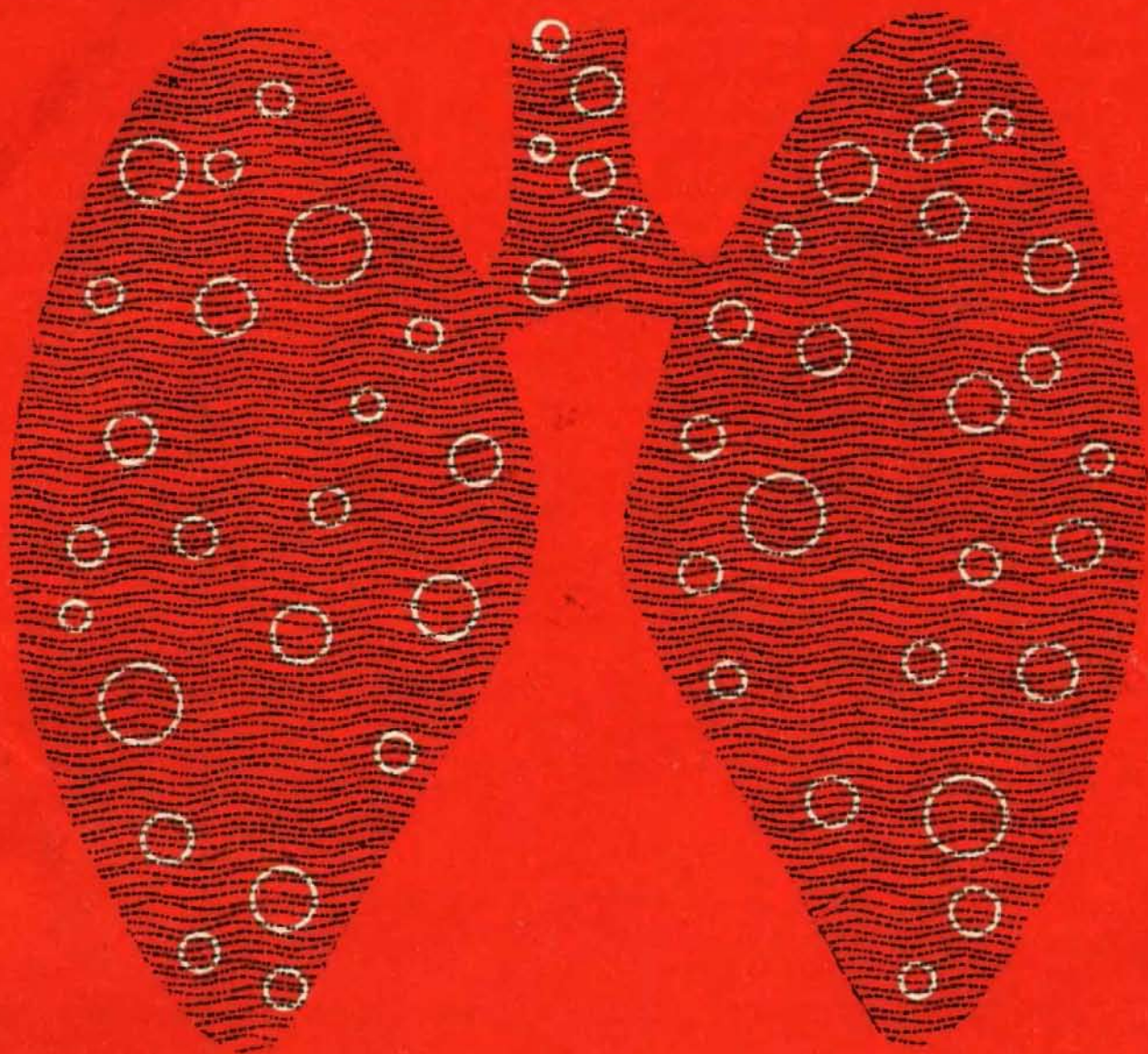


МИНИСТЕРСТВО
МЕДИЦИНСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АППАРАТ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ПРИ БРОНХОСКОПИИ «ЭОЛ»



ПРОСПЕКТ

В проспекте описаны схема и конструкция аппарата искусственной вентиляции легких при бронхоскопии «Эол», изложены сведения о подготовке его к работе, способы обеззараживания, вопросы безопасности пациента и обслуживающего персонала, приведены техническая характеристика и комплект поставки аппарата.

Проспект предназначен для врачей — бронхологов и анестезиологов, среднего медицинского персонала, обслуживающего бронхоскопические кабинеты, организаторов здравоохранения, а также для инженеров, занимающихся ремонтом и наладкой аппаратуры ИВЛ.

Бронхоскопия стала в настоящее время общепринятым способом исследования и лечения заболеваний бронхов.

Большую роль в совершенствовании анестезиологического обеспечения бронхоскопических исследований сыграло внедрение в клиническую практику дыхательных бронхоскопов и искусственной вентиляции легких (ИВЛ) при бронхоскопии.

До последнего времени бронхоскопия применялась лишь для кратковременных санаций и диагностических обследований. Для этих целей используют обычные дыхательные бронхоскопы, обеспечивающие ИВЛ вручную мешком, например, бронхоскоп модели 441.2000, поставляемый из ГДР в соответствии со специализацией в рамках СЭВ. Полноценная ИВЛ достигается при этом только при закрытом проксимальном конце бронхоскопа. С возрастом объема, сложности, продолжительности бронхоскопических манипуляций традиционный метод ИВЛ вручную оказался неэффективным, так как не обеспечивал непрерывности вентиляции и, следовательно, безопасности больного.

Появилась потребность в способе вентиляции, который обеспечивал бы эффективную и непрерывную ИВЛ, несмотря на негерметичность дыхательного контура, то есть при открытом проксимальном конце бронхоскопа. Таким способом явилась инъекционная ИВЛ. Разработанный Всесоюзным научно-исследовательским институтом медицинского приборостроения аппарат искусственной вентиляции легких при бронхоскопии «Эол» является серийной выпускаемой моделью, предназначенной для проведения ИВЛ при открытом проксимальном конце бронхоскопа, у широкого контингента больных, в том числе, страдающих астматическими расстройствами дыхания. Обеспечивает эффективную автоматическую ИВЛ с регулируемой минутной вентиляцией, что позволяет приспособиться к индивидуальным особенностям пациента.

КОНСТРУКЦИЯ

Аппарат (рис. 1) выполнен в расчете на применение в комплекте с бронхоскопом модели 441.2000. Состоит из блока управления ИВЛ и устройства для инъекционной вентиляции, связанных четырехжильным пневмокабелем. Источником питания служит баллон со сжатым кислородом.

Блок управления ИВЛ преобразует постоянный поток газа от баллона в прерывистый поток с фиксированными частотой и отношением продолжительности выдоха к продолжительности вдоха. В блоке управления смонтирована система управления, построенная на элементах промышленной пневмоавтоматики УСЭППА.



Рис. 1. Общий вид аппарата в сборе с бронхоскопом

На панели блока (рис. 2) имеются кнопки включения и выключения аппарата и кнопка продления вручную фазы вдоха. Кроме того, на панель выведена шкала мановакуумметра.

Устройство для инъекционной вентиляции (УИВ) предназначено для преобразования потока газа, поступающего от блока управления, в дыхательную смесь, подаваемую в легкие, — в фазе вдоха, а также для отвода выдыхаемого газа от лица бронхолога — в фазе выдоха.

В состав УИВ входят инжекторы двух типоразмеров, эжектор и измерительный зонд.

Инжекторы (рис. 3) являются генераторами потока газа, подаваемого пациенту в фазе вдоха. Газ подается в кольцевое сопло инжектора от блока управления ИВЛ через одну из жил пневмокабеля.

Внутри кольцевого сопла расположено смотровое отверстие, через которое подсасывается окружающий воздух. Это отверстие одновременно служит для провода инструментов. Диаметры смотровых отверстий равны диаметрам смотровых отверстий зеркал бронхоскопа — 7,2 и 9 мм. Дистальный торец инжектора оформлен в виде зеркала, аналогичного зеркалам бронхоскопа. Присоединительные размеры инжекторов позволяют монтировать их в осветительной головке бронхоскопа вместо его зеркала. На проксимальном торце инжектора нанесена шкала минутной вентиляции, оцифрованная в условных единицах. Вокруг шкалы располагается маховичок с контрольной стрелкой, регулирующий минутную вентиляцию. Происходит это следующим образом. При повороте маховичка изменяется площадь проходного сечения кольцевого сопла,

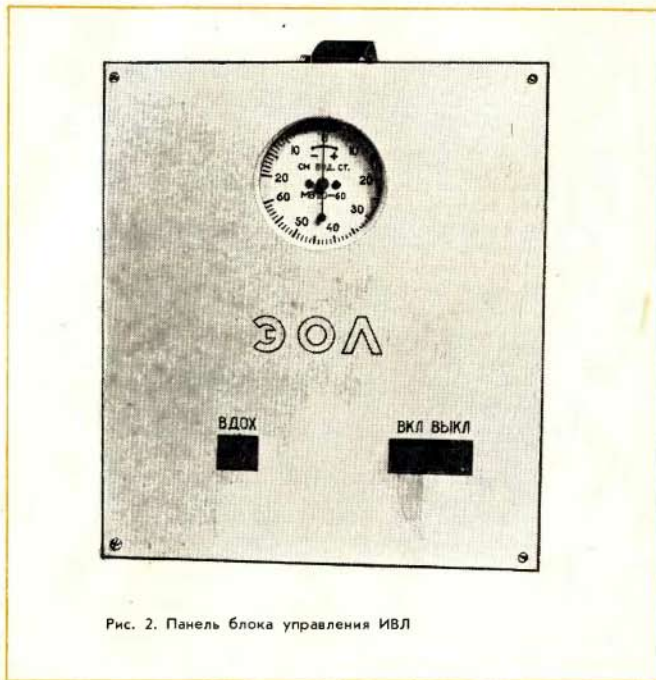


Рис. 2. Панель блока управления ИВЛ



Рис. 3. Инжекторы вдоха

тем самым изменяется расход газа через сопло инжектора, а следовательно, и минутная вентиляция. Увеличение минутной вентиляции происходит при повороте маховичка против часовой стрелки. Положения маховичка, при которых контрольная стрелка устанавливается против делений шкалы, фиксируются шариковым фиксатором и могут быть определены оператором на ощупь. Максимальная минутная вентиляция достигается при повороте маховичка на 330° . Наличие органа регулирования минутной вентиляции непосредственно на инжекторе упрощает управление аппаратом.

Эжектор (рис. 4) имеет нерегулируемое кольцевое сопло питающего газа и центральное отверстие для подсоса. Присоединительные размеры эжектора позволяют монтировать его в резьбовом отверстии осветительной головки бронхоскопа (клапанное отверстие) вместо дыхательного клапана бронхоскопа.

В осветительной головке бронхоскопа клапанное отверстие располагается дистальнее сопла инжектора. Поэтому во время вдоха эффект подсоса окружающего воздуха из этого отверстия отсутствует, более того, имеет место значительная утечка дыхательного газа через клапанное отверстие в атмосферу. Это обстоятельство не позволяет при открытом клапанном отверстии и максимальной вентиляции получить давление конца вдоха более 2 кПа. Для того, чтобы обеспечить давление конца вдоха 5 кПа, необходимое для ИВЛ у больных с астматическими нарушениями дыхания, клапанное отверстие в фазе вдоха должно быть перекрыто. С этой целью в аппарат введен управляемый клапан, конструктивно совмещенный

с эжектором. Клапан выполнен в виде силиконовой трубки, расположенной в герметичном корпусе соосно центральному отверстию эжектора и являющейся как бы его продолжением. На корпусе эжектора имеется розетка пневморазъема с двумя газоходами (см. рис. 4). К розетке присоединяется головка пневмокабеля, объединяющая две его жилы, через одну из которых подается питающий газ от блока управления ИВЛ к эжектору, а через другую — газ, управляющий клапаном. В фазе вдоха газ сжимает трубку, перекрывая клапанное отверстие, а в фазе выдоха трубка расправляется, соединяя клапанное отверстие с атмосферой. Измерительный зонд служит для подключения к дыхательным путям больного мановакуумметра и связан с последним четвертой жилой пневмокабеля. При введении зонда в смотровое отверстие инжектора так, чтобы короткое колено зонда лежало на плоскости маховичка инжектора, мановакуумметр измеряет давление в дыхательных путях больного.

Таким образом, элементы 'УИВ' монтируются на осветительной головке бронхоскопа, обеспечивая проведение бронхоскопии с автоматической инъекционной ИВЛ при свободном для манипуляций проксимальном конце бронхоскопа. При этом бронхоскопом можно пользоваться и отдельно по обычной методике (по Фриделю), то есть с ИВЛ мешком вручную, поскольку включение в состав аппарата «Эол» бронхоскопа не требует никаких переделок последнего.



Рис. 4. Эжектор с управляемым клапаном

РАБОТА АППАРАТА

Аппарат работает следующим образом (рис. 5). Тубус 15 бронхоскопа 14 вводится в дыхательные пути пациента, находящегося под наркозом с применением мышечных релаксантов.

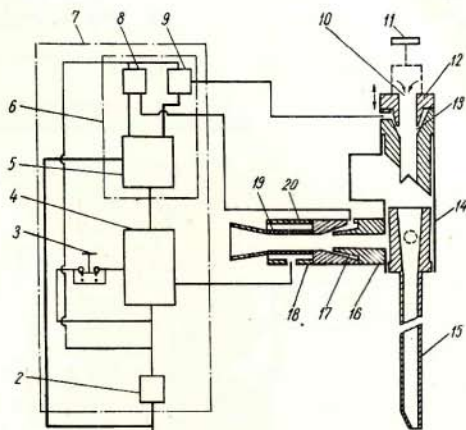


Рис. 5. Схема аппарата: 1 — источник сжатого газа; 2 — стабилизатор давления; 3 — кнопка «ВДОХ»; 4 — генератор управляющих импульсов; 5 — распределитель; 6 — блок формирования питающего потока; 7 — система управления; 8 — узел стабилизации; 9 — узел стабилизации; 10 — смотровое отверстие; 11 — рукоятка; 12 — инжектор; 13 — сопло инжектора; 14 — бронхоскоп; 15 — тубус бронхоскопа; 16 — эжектор; 17 — сопло эжектора; 18 — управляемый клапан; 19 — силиконовая трубка; 20 — корпус управляемого клапана

Кислород от источника питания 1 под давлением 400 кПа поступает в систему управления 7 на входы стабилизатора давления 2 и распределителя 5 блока формирования питающего потока. С выхода стабилизатора давления кислород под давлением 140 кПа подается на вход генератора управляющих импульсов 4 и на входы камер управления узлов стабилизации 8 и 9. Генератор формирует на выходе единичный или нулевой сигналы давления, как показано на циклограмме (рис. 6), определяющие по своей длительности соответственно время вдоха $T_{вд}$ и время выдоха $T_{впд}$. Время цикла $T_{ц}$ постоянно.

При наличии на выходе генератора единичного сигнала распределитель перебрасывается в положение вдоха и кислород под давлением 400 кПа поступает на вход узла стабилизации 9. При этом на выходе узла стабилизации 9 формируется поток с давлением 140 кПа, равным давлению в камере управления этого узла, установленного при помощи стабилизатора давления. С выхода узла стабилизации 9 кислород под давлением 140 кПа поступает в сопло 13 инжектора 12. Одновременно кислород с выхода генератора поступает в полость между корпусом стабилизатора давления 19 и соплом 20 управляемого клапана 18, сжимает трубку и таким образом перекрывает линию выдоха.

При истечении кислорода через сопло 13 возникает эффект эжекции, окружающий воздух засасывается через смотровое отверстие 10 и, смешиваясь с кислородом, поступает в тубус бронхоскопа и далее в легкие больного.

Происходит акт вдоха.

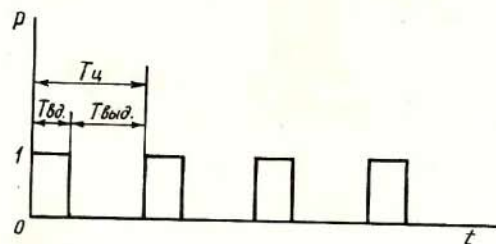


Рис. 6. Циклограмма генератора импульсов

По истечении заданного времени вдоха генератор переключается в положение выдоха, чему соответствует нулевой сигнал на его выходе. Под действием этого сигнала переключатель перебрасывается в положение, соответствующее выдоху. При этом прекращается подача кислорода от распределителя на узел стабилизации 9, а полость между корпусом и трубкой управляемого клапана 9 сообщается через генератор с атмосферой. Кислород из полости стравливается, и трубка расправляется. Одновременно кислород с выхода распределителя поступает на вход узла стабилизации 8, с выхода которого кислород под давлением 140 кПа поступает в сопло 17 эжектора 16. В силу возникающего при этом эффекта эжекции, выдыхаемый пациентом в тубус газ, а также частично и окружающий воздух из смотрового отверстия подсаиваются через центральное отверстие эжектора и образовавшаяся смесь через трубку управляемого клапана выбрасывается в атмосферу. Таким образом выдыхаемый газ отводится от лица бронхолога.

Прокходит акт выдоха.

По истечении заданного времени выдоха генератор управляющих импульсов вновь формирует на выходе единичный сигнал и цикл повторяется.

Наличие в схеме стабилизатора давления обеспечивает строгое постоянство частоты дыхания и отношения продолжительности выдоха к продолжительности вдоха, установленных в аппарате, а также стабильность потока кислорода, подаваемого из блока управления ИВЛ в УИВ.

Величина потока газа, подаваемого больному во время вдоха, а следовательно, и минутная вентиляция регулируются путем изменения проходного сечения сопла 13 поворотом рукоятки 11. Если в процессе проведения бронхоскопии возникает необходимость нарушения автоматического ритма ИВЛ и продления фазы вдоха, следует нажать расположенную на панели блока ИВЛ кнопку «ВДОХ» 3. При этом размыкается обратная связь генератора управляющих импульсов и единичный сигнал на выходе генератора, обуславливающий фазу вдоха, удерживается, пока нажата кнопка. Когда палец снимают с кнопки, пружина возвращает ее в исходное положение, обратная связь замыкается, наступают фаза выдоха и аппарат вновь начинает работать в автоматическом режиме.

МОНТАЖ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Монтаж и подготовка аппарата к работе осуществляются следующим образом.

Блок управления ИВЛ присоединяют к источнику сжатого газа. Для этого на баллон со сжатым кислородом устанавливают редуктор. К резьбовому штуцеру редуктора присоединяют переходник, на свободный резьбовой конец которого навинчивают накидную гайку шланга. Другую накидную гайку шланга навинчи-

вают на резьбовой штуцер, расположенный на задней стенке корпуса блока управления ИВЛ.

Пневмокабель присоединяют к блоку управления ИВЛ, для чего штырь головки пневмокабеля вставляют в прорезь розетки, расположенной на боковой стенке корпуса блока управления ИВЛ, и заворачивают гайку головки до упора.

Собирают осветительную головку бронхоскопа с тубусом и световодом в соответствии с эксплуатационной документацией на бронхоскоп.

Монтируют элементы УИВ на осветительной головке бронхоскопа (рис. 7). Для этого вместо зеркала вставляют в осветительную головку 2 инжектор 1. В резьбовое клапанное отверстие осветительной головки вворачивают до упора корпус 3. На свободный резьбовой конец корпуса наворачивают накидную гайку 4 эжектора 5. При установке эжектора необходимо следить за ориентацией розетки 6: она должна быть повернута так, чтобы патрубок не мешал присоединению пневмокабеля к эжектору. С этой целью штырек, имеющийся на корпусе эжектора со стороны накидной



Рис. 7. Монтаж элементов устройства для инъекционной вентиляции на осветительной головке бронхоскопа: 1 — инжектор; 2 — осветительная головка; 3 — корпус; 4 — накидная гайка эжектора; 5 — эжектор; 6 — розетка; 7 — контрольный штырь; 8 — накидная гайка головки пневмокабеля; 9 и 10 — жилы пневмокабеля, 11 — головка пневмокабеля

гайки 4, должен быть введен в тот из трех пазов, расположенных на внутренней поверхности корпуса, который обеспечивает требуемую ориентацию с учетом удобства пользования для бронхолога. После этого присоединяют инжектор и эжектор пневмокабелем к блоку управления ИВЛ, для чего наворачивают накидную гайку 8 головки пневмокабеля 11 на резьбу розетки, установив предварительно контрольный штырь 7 головки в углубление розетки, а затем подключают инжектор и измерительный зонд к единичным жилам 9 и 10 пневмокабеля посредством быстръемных соединений. Эти соединения взаимозаменяемы, что предотвращает возможность ошибки при монтаже. Аппарат готов к работе.

БЕЗОПАСНОСТЬ

Безопасность больного и медицинского персонала при работе с аппаратом обеспечивается, прежде всего, высокой надежностью примененных в нем элементов пневмоавтоматики. Элементы УСЭППА обладают высокой стабильностью в условиях воздействия широкого диапазона температур окружающей среды, обеспечивают пожаро- и взрывобезопасность. Конструкция инжекторов и эжектора позволяет осуществлять эффективную ИВЛ при питании их газом низкого давления — 140 кПа, которое гарантирует целостность и длительный срок службы пневмокабеля и низкий уровень шума.

Больной гарантирован от опасного увеличения давления в легких. При поднятии давления в легких выше расчетного, составляющего для инжектора со смотровым отверстием 9 мм 5,5 кПа, а для инжектора со смотровым отверстием 7,2 мм — 7 кПа, — подача газа больному прекращается и происходит выброс газа в атмосферу через смотровое отверстие.

Внимание! Необходимо следить за тем, чтобы смотровое отверстие инжектора никогда не было полностью перекрыто вводимым инструментом и дистальной оптикой.

Выдыхаемый газ отводится от лица бронхолога. Небольшой сброс выдыхаемого газа в начале выдоха в смотровое отверстие инжектора имеет место лишь при вентилициях более 15 л/мин.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ

Все узлы и детали аппарата, соприкасающиеся с выдыхаемым газом, должны быть обеззаражены.

Внимание! Блок управления ИВЛ и пневмокабель обеззараживанию не подлежат.

Инжекторы и эжектор с управляемым клапаном обеззараживают без их разборки.

Обеззараживание узлов и деталей аппарата начинают с их предстерилизационной очистки, которую проводят немедленно после использования аппарата.

Предварительно узлы и детали ополаскивают проточной водой в течение 30 с, затем замачивают их на 15 мин в моющем растворе (20% перекиси водорода, 5% моющего препарата «Астра» или «Лотос» в питьевой воде) при температуре 50°С при полном погружении.

После этого каждый узел и каждую деталь промывают в указанном моющем растворе при помощи ерша или ватного тампона в течение 30 с, ополаскивают проточной водой в течение 5 мин, а затем дистиллированной водой — в течение 30 с.

Промытые таким образом узлы и детали сушат горячим воздухом (температурой 55°С) до полного исчезновения влаги. Следует проследить, чтобы из патрубка для подвода питающего газа инжектора и из отверстий розетки эжектора была удалена влага.

После предстерилизационной обработки проводят стерилизацию паровым или химическим методами.

При стерилизации паровым методом узлы и детали, уложенные в стерилизационные коробки или завернутые в два слоя бязи или в пергамент, стерилизуются в автоклаве при температуре 120°С в течение 45 мин.

При стерилизации химическим методом узлы и детали на 45 мин полностью погружают в 1%-ный раствор «Дезоксона-1» (по надуксусной кислоте) при температуре не менее 18°С.

После этого детали и узлы промывают стерильной водой.

По окончании промывки удаляют остатки жидкости из внутренних полостей и патрубка подачи питающего газа.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Переключение фаз дыхательного цикла происходит по времени. Частота дыхания фиксирована и составляет 20 мин⁻¹.

Отношение продолжительности выдоха к продолжительности вдоха фиксировано и равно 2.

Минутная вентиляция плавно регулируется. Нижний предел ее, которому соответствует деление 1 шкалы, не превышает 5 л/мин. Верхний предел — не менее 20 л/мин.

Наибольшее давление конца вдоха — не менее 5 кПа. Давление конца вдоха непосредственно не регулируется, поскольку переключение со вдоха на выдох производится по истечении заданного времени. Величина давления конца вдоха зависит как от величины минутной вентиляции, так и от сопротивления дыхательных путей и растяжимости легких больного.

Удлинение фазы вдоха может осуществляться вручную нажатием кнопки «ВДОХ».

Давление питания — 400 кПа.

Давление газа, поступающего в УИВ — 140 кПа.

Габарит аппарата — 325×170×198 мм.

Масса (без запасных частей и принадлежностей) — не более 10 кг.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Аппарат может поставляться в двух вариантах комплектности. В один комплект, являющийся базовым, входят блок управления ИВЛ, кислородный редуктор и укладка (рис. 8), в которой размещены следующие элементы: шланг, пневмокабель, инжекторы, эжектор, измерительный зонд, переходник, корпус, а также запасные части.

Такой комплект поставки предназначен для лечебных учреждений, имеющих бронхоскоп модели 441.2000.

Для лечебных заведений, не имеющих бронхоскопа, удобен второй вариант комплектности, включающий базовый комплект и бронхоскоп модели 441.2000.



Рис. 8. Укладка

Цены на изделия медицинской техники можно узнать в главных управлениях «Медтехника» министерств здравоохранения союзных республик, межобластных, областных, краевых, АССР управлениях (конторах) «Медтехника» и специализированных магазинах, куда и следует направлять заказы на изделия.

Материал подготовлен сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института медицинского приборостроения И. Б. Криштул и В. И. Васильевой.

Ответственный за выпуск В. Г. Любов
Технический редактор А. Н. Матвеева

Л-68203. Подписано к печати 19.3.1981 г. Формат 60×90 1/16
0,93 уч.-изд.л. 0,75 печ.л. Тираж 10 000 экз. Изд. № 688. Бесплатно

ЦБТИмедпром, 123317, Москва, ул. Антонова-Овсеенко, 13
Типография ЦБТИмедпром. Зак. 165