

19.03.2020 р.

Лекція на тему «Наркоз та наркозна апаратура»

Ч. 2. Будова та складові апарату для наркозу

Наркозний апарат — прилад, призначений для подавання хворому концентрованих летких чи газових анестетичних засобів разом з киснем або повітрям. Сучасним апаратом можна точно дозувати газові суміші і створювати оптимальні умови для підтримання газообміну в легенях, тобто надходження в легені кисню та елімінації видихуваного вуглекислого газу. У цей час в більшості випадків інгаляційний наркоз проводять за допомогою спеціальних апаратів. Більшість з них, незважаючи на відмінність в конструкціях, складається з чотирьох частин:

1) Системи подачі медичних газів (центральні газові станції, балонів з редукторами; концентратори). Обов'язково при наркозі змушують повітря, кисень, третім газом беруть фторан, циклопропан, закис азоту.

2) дозиметрів для точного дозування газоподібних речовин;

3) випарників для летучих наркотичних речовин;

4) дихальної системи. Дихальні контури зі зволожувачем дихальної суміші та адсорбером для очищення видихаємого газу.

Крім цього прилади комплектуються дисплеєм для моніторингу процесів та аспіраторами для видалення слизу, мокроти, рідин з легень та операційних ран.

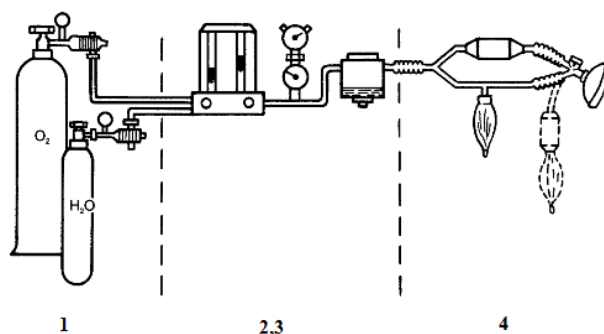


Схема будови наркозного апарату

Сучасні наркозно-дихальні апарати призначені для дозованого подавання хворому суміші анестетиків та кисню, а також для проведення ШВЛ.

Засоби для інгаляційного наркозу і кисень надходять до наркозного апарата зі спеціальних металевих балонів певного кольору (для кисню – блакитного, для діазоту оксиду – сірого, для циклопропану – жовтогарячого).

У балонах містяться гази, які застосовуються при наркозі: кисень - під тиском 150 атм, закис азоту - під тиском 50 атм і циклопропан - під тиском до 6 атм. Балони забарвлені в різні кольори: для кисню (об'ємом 40 або 10 л) - в блакитний, для закису азоту (об'ємом 10 л) - сірий і для циклопропану (об'ємом 2л) - червоний.



Маркування балонів з газом

Фарбування і нанесення написів на балони

Назва газу	Колір балонів	Текст напису	Колір напису	Колір смуги
Азот	Чорний	Азот	Жовтий	Коричневий
Водень	Темно-зелений	Водень	Червоний	-
Повітря	Чорний	Стиснуте повітря	Білий	-
Гелій	Коричневий	Гелій	Білий	-
Закис азоту	Сірий	Закис азоту	Чорний	-
Кисень	Голубий	Кисень	Чорний	-
Кисень медичний	Голубий	Кисень медичний	Чорний	-
Сірководень	Білий	Сірководень	Червоний	Червоний
Вуглекислота	Чорний	Вуглекислота	Жовтий	-
Хлор	Захисний	-	-	Зелений
Циклопропан	Оранжевий	Циклопропан	Чорний	-
Етилен	Фіолетовий	Етилен	Червоний	-
Всі інші горючі гази	Червоний	Назва газу	Білий	-
Всі інші негорючі гази	Чорний	Назва газу	Жовтий	-

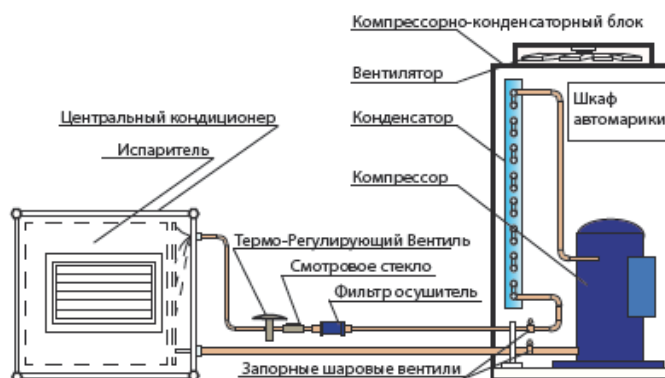
Другою системою подачі газів є центральна система, яка використовується за замовчуванням, оскільки тиск на виході її встановлюється дещо меншим тиску на виході балонів. Центральна система подачі кисню - це окреме приміщення в якому розташовані великі резервуари газів і система повітреподачі, по якій вони надходять до операційних. Для попередження попадання відпрацьованих газів у повітря операційних та унеможливлення впливу видихаємих сумішей на персонал вони оснащені сучасними системами вентиляції. Ця вимога є обов'язковою. Система видаляє відпрацьовані гази у навколишнє середовище.



Централізована система подачі кисню



Консолі підведення медичних газів



Система вентиляції повітря в операційній

Редуктори. При переході з балонів в апарат тиск кисню і закису азоту за допомогою редуктора знижують до 3-4 атм. Кількість кисню, що знаходиться в балоні, можна визначити за показами манометра на редукторі. Для того щоб розрахувати, чи досить в балонах кисню для проведення наркозу, треба об'єм балона помножити на тиск. Результат відповідає кількості газоподібного кисню в літрах. Приклад. У 10-літровому балоні тиск на редукторі дорівнює 100 атм. Отже, усього в балоні $100 \times 10 = 1000$ л кисню.

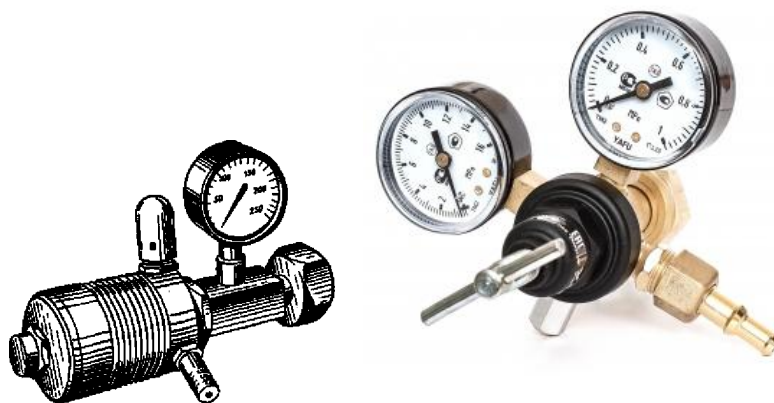
Для закису азоту застосовують незамерзаючі ребристі редуктори. Оскільки закис азоту в балонах знаходиться в рідкому стані, то покази манометра будуть постійні незалежно від кількості закису азоту - до 50 атм. Для того щоб визначити кількість закису азоту в балоні, його треба зважити.

Циклопропан знаходиться в балонах під тиском до 6 атм, тому для нього редуктора не потрібно.

Газ із балонів надходить до наркозного апарата через редуктори та систему шлангів. Редуктори знижують тиск газу на виході з балона, забезпечують плавне і стале подавання газу хворому через дозиметри, випарник і газопровідну систему.

Редуктор може бути двокамерним – з регульованим тиском на виході та однокамерним – зі сталим тиском на виході. Кожна камера двокамерного редуктора має манометр. Перший з них, розрахований на тиск 150 атм, реєструє тиск газу в балоні, другий, на 5 атм, реєструє тиск газу після проходження ним редуктора.

Тиск у газопровідній системі наркозного апарата регулюють за допомогою вентиля на редукторі. Редуктори зі сталим тиском на виході знижують тиск із 150 до 4 - 5 атм. Це обмеження встановлюють на заводі, і змінювати його не можна. Глибокі борозенки по діаметру редуктора сприяють хорошему теплообміну із зовнішнім середовищем, що зменшує можливість замерзання конденсованої води, яка утворюється в редукторі при проходженні через нього діазоту оксиду, зігрівання запобігає замерзанню редуктора.

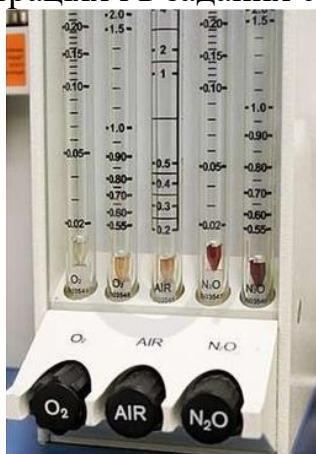


Зовнішній вигляд редуктора

Дозиметри газів. Для дозованої подачі кисню, закису азоту і циклопропану ці гази після редуктора по гумових або металевих шлангах

проходять через дозиметри, які точно показують, скільки літрів в хвилину подається через апарат. Звичайно застосовуються поплавкові дозиметри, розраховані на 1-10 л/хв для закису азоту і кисню, для циклопропану - на 100-750 мл/хв. Підйом поплавця до бажаного ділення регулюють поворотом винта, що показує, скільки даного газу поступає в наркозний апарат.

Дозиметри об'єднані в єдиний блок із камерою для змішування газів. Із камери змішування виходить газова суміш, співвідношення газів у якій залежить від рівня потоку газу, встановленого на дозиметрі за допомогою спеціального вентиля. Принцип дії інших дозиметрів ґрунтується на тому, що газ загального анестетика і кисень надходять до камери змішування газів певними дозами. Вмикання комбінацій доз дає можливість подавати газову суміш і кисень у різних концентраціях і в заданих співвідношеннях.



Ротаметричні трубки поплавкового типу

Із камери змішування дозиметрів газовий потік потрапляє до випарника, де відбувається випаровування рідкого анестетика і створюється необхідна його концентрація.

Випарники. Призначені для перетворення летючих анестетиків у пар та дозованого їх надходження в дихальну систему пацієнта.

Він складається з корпусу, крана і склянки. Газ, увійшовши в корпус випарника через патрубок, ділиться на два потоки: один іде прямо в вихідний патрубок, інший, регульований краном, надходить в стакан з анестетиком, насичується його парами і йде в вихідний патрубок. Отже, концентрація анестетика у вдихається суміші залежить від положення крана, яким регулюють співвідношення зазначених потоків газу. Природно, що таке дозування анестетика не може бути точним.

Залежно від будови випарника газовий потік може насичуватись парами, проходячи над поверхнею рідкого анестетика (прямоточний випарник), безпосередньо крізь нього (барботаажний випарник) або краплинним введенням його до газового потоку (краплинний випарник).

Відомі три види випарників: без термокомпенсації, з термокомпенсацією і стабілізовані. У випарниках без термокомпенсації газовий потік спеціальними клапанами можна спрямовувати повз камери випаровування, частково або повністю через камеру випаровування.

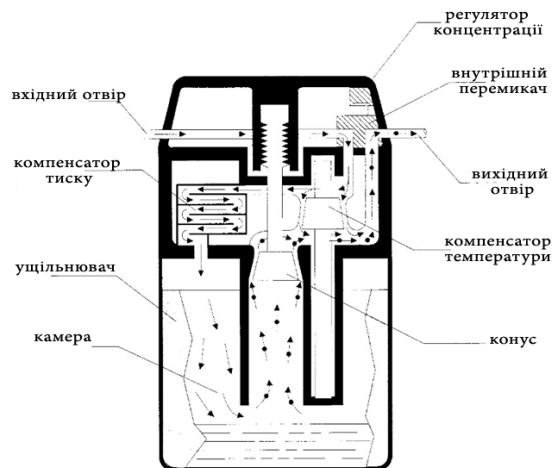
Дозування загального анестетика таким випарником ускладнене, оскільки концентрація його пари залежить від зміни його ж температури. На швидкість випаровування впливає також рівень газопотоку. Збільшення або зменшення подачі газонаркотичної суміші дозувальними клапанами відбувається за принципом «більше – менше», а без термокомпенсації неможливо підтримувати сталу концентрацію пари загального анестетика у газонаркотичній суміші.

У випарниках із термокомпенсацією крім дозувальних клапанів є автоматичні, напіваавтоматичні та ручні пристрої, які регулюють діаметр вхідних і вихідних отворів у випарнику, завдяки чому збільшується або зменшується газовий потік, що є компенсувальним чинником зміни швидкості випаровування рідкого анестетика при коливаннях температури його та зовнішнього середовища. При цьому залежність концентрації пари рідкого анестетика від швидкості проходження газового потоку через камеру випаровування зберігається. Тому швидкість потоку газу доцільно установлювати на рівні 6 – 10 л/хв, у межах якої коливання концентрації загального анестетика є мінімальним. Температуру рідкої наркотичної речовини і швидкість її випаровування усталює застосування водяних бань. Цей випарник дозує наркотичний засіб в об'ємних частках.

Стабілізовані випарники дають змогу створювати точну концентрацію засобу для інгаляційного наркозу незалежно від зміни температури його і зовнішнього середовища, а також газового (парового) потоку. Цього досягають завдяки спеціальній будові камери випаровування і наявності термокомпенсатора. При цьому зміни температури рідкого загального анестетика і зовнішнього середовища компенсують зміною газового потоку. Сталість співвідношення частин газового потоку, що проходить через камеру випаровування і обхідними каналами випарника, забезпечує незалежність концентрації пари на виході з випарника від газового потоку.



Випаровувачі



Будова випарника

Дихальна система наркозного апарату забезпечує подачу газонаркотичної суміші від дозиметрів і випарників в дихальну систему хворого і виведення з легень суміші, що видихається. Дихальна система може бути двох основних типів: без реверсії і з реверсією газів.

А. Система без реверсії газів (відкрита) складається з шланга, дихального мішка і спеціального клапана, розташованого безпосередньо на адаптері, сполученому з лицьовою маскою або ендотрахеальною трубкою. Цей клапан перешкоджає зворотному надходженню в апарат газів, що видихаються і забезпечує викид газів повністю в атмосферу (мал. 2).

В даній системі наркоз можна провести по відкритому і напіввідкритому дихальному контуру (апарати ЕМО, "Наркон", "Трілан").

Наркоз по відкритому дихальному контуру – це наркоз парами якого-небудь рідкого наркотика в суміші з атмосферним повітрям. Наркотична суміш змішується з атмосферним повітрям, видих відбувається повністю в атмосферу. Найпростішим прикладом введення наркозу по відкритому контуру є наркоз з допомогою маски Есмарха.

Наркоз по напіввідкритому дихальному контуру. При цьому способі застосовують як рідкі, так і газоподібні анестетики в суміші з киснем. Введення суміші ізолюване від навколишньої атмосфери, гази для формування дихальної суміші надходять безперервно з балонів, газ, що видихається повністю викидається в атмосферу.

Переваги відкритої системи:

- 1) відсутня можливість накопичення вуглекислоти в апараті;
- 2) точність дозування концентрації вдихаємого хворим анестетика;
- 3) низький опір апарату;
- 4) відсутність проблеми дезінфекції апарату.

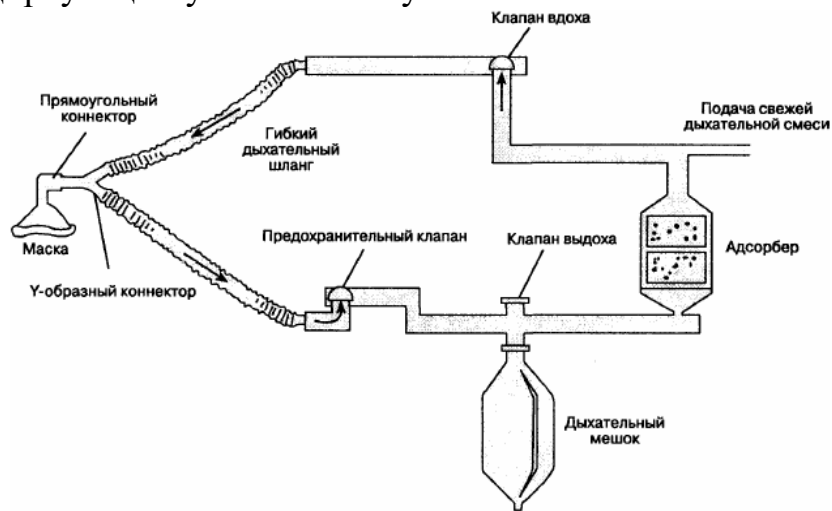
Недоліки відкритої системи дихання:

- 1) велика витрата кисню і наркотичних речовин;
- 2) забруднення повітря операційної, підвищена небезпека вибуху;
- 3) велика втрата вологи і тепла хворим.

Рекомендації до застосування:

- 1) відкритий контур наркозу проводиться при відсутності балонів з киснем;
- 2) напіввідкритий контур наркозу особливо показаний для дітей;

Б. Система з реверсією газів (закрита дихальна система) поділяється на циркуляційну і маятникову.



Закритий дихальний контур

Циркуляційна дихальна система складається з шлангів, провідників для вдихаємої і видихаємої газонаркотичної суміші, клапанів вдиху, видиху і запобіжного клапана адсорбера з хімічним поглиначем вуглекислоти, адаптера від шлангів до маски або ендотрахіальної трубки, дихального мішка і випарника в колі або поза колом циркуляції. При цій системі наркоз можна провести по напівзакритому і закритому дихальних контурах.

Наркоз при напівзакритому дихальному контуру. Повітря, що видихається частково викидається в атмосферу або через відкритий клапан видиху на адаптері, або через запобіжний клапан на самому апараті. Наявність реверсії газів вимагає вживання спеціальних заходів, що забезпечують видалення CO_2 з вдихаємої суміші газів. Для цього в адсорбер насипають гранульований хімічний поглинач вуглекислоти. Одна порція хімічного поглинача розрахована на 2 години роботи. Необхідно перед кожним наркозом наповнювати адсорбер свіжим поглиначем. При напівзакритому контурі, як і взагалі в системі з реверсією газів, вдихаєма концентрація істотно відрізняється від концентрації випарника.

При цьому вдихаєма концентрація анестетика може бути або вище, або нижче за концентрацію випарника, що залежить від міри поглинання анестетика організмом, від величини газотоку і вентиляції, а для рідких анестетиків і від розташування випарника в колі або поза колом циркуляції.

При закритому дихальному контурі все вдихаєме хворим повітря надходить зворотно в апарат і потім повторно вводиться в легені хворого. Для забезпечення такої умови приток свіжого газу повинен бути малим (до 1 л/хв), щоб тільки заповнити ту кількість кисню і анестетика, яке було поглинене організмом, оскільки якщо газоток буде великим, то це призведе до підбурення змішаного газу. При наркозі по закритому контуру

надзвичайно велике значення має повноцінна адсорбція вуглекислоти хімічним поглиначем. Для наркозу по закритому і напівзакритий контурах при циркуляційній системі можуть бути використані апарати: "Наркон-П", "Полінаркон", "Хирана-6", "Бойл" (Англія), "Спіромат" (ФРН).

Переваги відкритої системи:

1) витрата кисню і анестетика мінімальна, втрата тепла і вологи невелика;

2) менше забруднення наркотичними парами і газами повітря операційної.

Недоліки відкритої системи наркозу:

1) необхідна стерилізація всієї дихальної системи;

2) обов'язкове використання хімічного поглинача вуглекислоти. При випадковому використанні поглинача поганої якості виникає небезпека накопичення вуглекислоти;

3) важко визначити концентрацію вдихаємої наркотичної речовини.

Показання до застосування:

Найбільш використовують напівзакритий спосіб проведення наркозу. Закритий контур використовується рідко, тільки при необхідності швидко поглибити наркоз.

Маятникова система складається зі шланга і спеціального адаптера, до якого приєднані адсорбер, дихальний мішок і маска. Газ, що видихається частково викидається в атмосферу через клапан адаптера, частково повертається в дихальний мішок через адсорбер і повторно надходить до хворого по цьому ж шляху.

Переваги маятничкової системи наркозу:

1) мінімальний опір диханню;

2) невеликі втрати тепла і вологи;

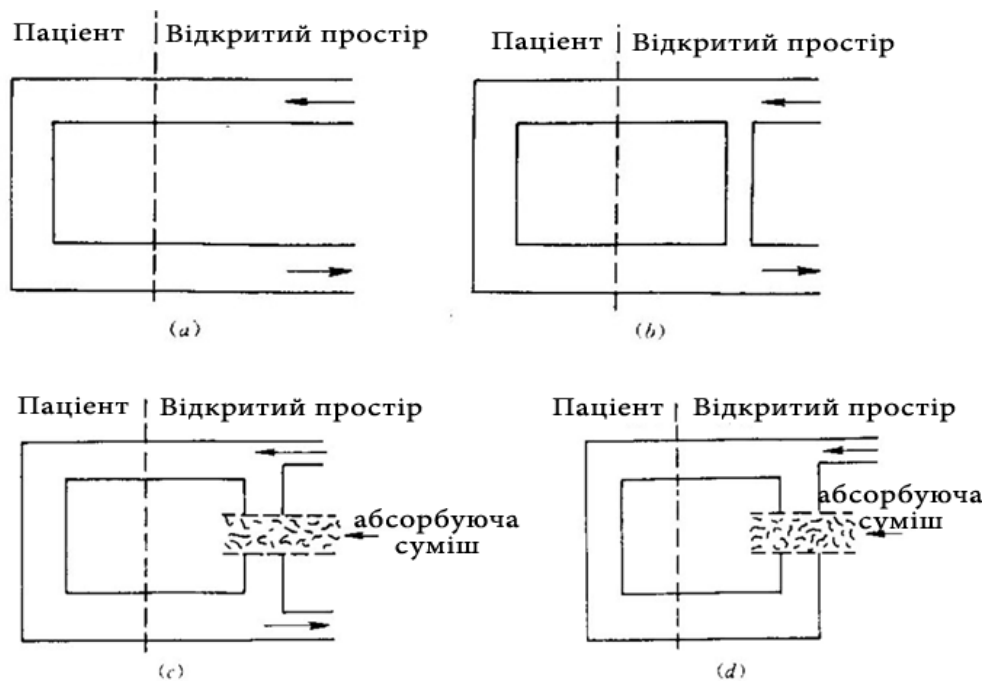
3) мертвий простір надто незначний.

Недоліки маятничкової системи:

1) швидкий перегрів і виснаження поглинача;

2) при роботі без адсорбера забруднення повітря операційної.

Надзвичайно низький опір диханню робить цю систему показаним для застосування у дітей.



Дихальні контури: а – відкритий, б – напіввідкритий, с – напівзакритий, д – закритий.



Елементи дихального контуру:
одноразові шланги, трійник пацієнта та лицьові маски

Адсорбер.

Адсорбер використовується для поглинання вуглекислоти в умовах реверсивного контуру дихання. Він не передбачений лише в тих апаратах, які призначені для анестезії при відкритому і напіввідкритому контурах дихання.

Існують два види адсорберів - прямоточний і з повторним рухом газів. Перший тип використовується лише в маятниковій системі в основному у дітей. Конструкція адсорбера другого типу дещо складніше. Він розрахований на більш тривалий період поглинання вуглекислоти (4-5 ч). Поглиначем служить гранульована маса, близька за складом до натронного вапна (ГОСТ 6755-53).

Хімічна нейтралізація вуглекислоти супроводжується нагріванням адсорбера, причому теплоутворення більше виражено при замкнутому контурі.



Адсорбер



Система видалення відпрацьованих газів



Системи зволоження та підігріву дихальної суміші

Клапани більшості апаратів ІН представлені двома дихальними, запобіжними і нереверсивними клапанами.

Дихальні клапани вдиху і видиху забезпечують напрямок газового потоку. Неповноцінна робота їх порушує циркуляцію газу в апараті і може бути причиною недостатньої вентиляції легенів.

Запобіжний клапан, або клапан розгерметизації, призначений для скидання в атмосферу газової суміші, коли тиск її в системі дихання виходить за межі передбаченого. Вітчизняні стаціонарні апарати ІН забезпечені клапаном, основними деталями якого є сідло зі сталеву платівкою і важіль з вантажем. Величина тиску розгерметизації регулюється переміщенням вантажу на важелі.

Нереверсивний клапан призначений для поділу вдихаємого і видихуваного потоків газової суміші в умовах відкритого і напіввідкритого контурів дихання, яке може бути як спонтанним, так і штучним.

Також наркозні апарати комплектуються фільтрами. Виділяють **фільтр-поглинач** наркотичних речовин, який приєднують до вихідного пара трубку запобіжного клапана.

Бактеріальний фільтр – може бути приєднаний у будь-якому місці дихального контуру, але частіше на шлангові клапану вдиху та в аспіраторі.

Зволожуючий фільтр, що встановлено у зволожувачі.



Фільтри

Окрім того, апарати виконують такі функції.

- моніторинг (відображення) параметрів вентиляції;
- автоматичну підтримку заданих параметрів вентиляції (об'єму хвилинної вентиляції легень, частоти дихання, тривалості вдиху і видиху, температури дихальної суміші тощо) за допомогою мікропроцесора;
- кондиціонування (зволоження і підігрівання) дихальної суміші за допомогою зволожувача (температура підігріву підтримується автоматично), що забезпечує нормальні умови дихання у випадках тривалої ШВЛ;
- дезінфекцію дихального контуру (проводять багаторазово без розбирання внутрішнього дихального контуру) термічним пароповітряним методом за допомогою парогенератора, що входить до комплекту апарата.

Апарати оснащені звуковою і світловою аварійною попереджувальною сигналізацією, що спрацьовує у випадках;

- перевищення температури дихальної суміші понад 40 °С;
- несанкціонованого відімкнений напруги живлення;
- розгерметизації дихального контуру;
- відхилення тиску вдиху більш ніж на ± 30 % встановленого значення;
- відхилення концентрації кисню в дихальній суміші понад ± 15 % встановленого значення;
- перевищення встановленого рівня обмеження тиску вдиху.