

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

Факультет «Электроника и автоматика»

Кафедра «Приборостроение»

На правах рукописи

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**для получения степени бакалавра**

по направлению 5523900 «Биомедицинская инженерия»

Кабанов Илья Владимирович

**Тема «Проверка неисправности наркозного аппарата»**

Заведующий кафедры: доц. С.А. Васильева

Руководитель проф. Х.Э. Шайхова

Ташкент - 2014

## **Аннотация**

Квалификационная выпускная работа состоит из введения, обзорной и основной частей.

Во введении представляются сведения о значимости анестезиологического оборудования при операции и обосновывается актуальность темы выпускной работы.

В обзорной части приводятся данные о существующих современных видах наркозно-дыхательной техники. Подробно описываются современные наркозные "рабочие станции" с интегрированной автоматической программой самотестирования

В основной части рассматриваются основные методы проверки неисправности наркозных аппаратов. Подробно освещаются вопросы причин возникновения неполадок и способы их исправления.

В результате выполненной работы исследованы методы проверки неисправности двух видов наркозных аппаратов и их исправления.

## Содержание

Стр.

Введение . . . . .	
1. Обзорная часть. Обзор состояния и перспектив развития наркозных аппаратов.	
1.1. Виды наркозных аппаратов. . . . .	
1.2. Наркозные аппараты при общей анестезии у детей . . . . .	
2. Основная часть. Проверка неисправности наркозного аппарата. . . . .	
2.1. Устройство наркозных аппаратов . . . . .	
2.2. Проверка неисправности наркозного аппарата	
2.3. Механизм обеспечения безопасности при снижении давления кислорода. . . . .	
2.4. Проверка контуров наркозного аппарата. . . . .	
2.5. Процедура проверки наркозного аппарата. . . . .	
2.6. Пусковые механизмы осложнений наркоза. . . . .	
3. Экономическая часть. . . . .	
4. Безопасность жизнедеятельности. . . . .	
Заключение. . . . .	
Список литературы. . . . .	

## Введение

Не существует медицинского оборудования, более тесно связанного с анестезиологической практикой, чем наркозный аппарат. Анестезиолог использует наркозный аппарат для регулировки газового состава вдыхаемой смеси и управления газообменом больного. Отсутствие нарушений в работе наркозного аппарата — критическое условие безопасности больного [1].

С целью повышения безопасности анестезии Американский национальный институт стандартов (the American National Standards Institute) опубликовал ряд требований к наркозным аппаратам. Несмотря на эти и другие меры безопасности, многие осложнения все еще возникают из-за недостаточной осведомленности персонала в вопросах, касающихся анестезиологического оборудования, а также вследствие небрежности в процессе его проверки. Неисправности в наркозном аппарате и неправильное его использование — распространенные причины интраоперационных осложнений и летальных исходов.

Следует подчеркнуть, что наиболее частой причиной анестезиологических катастроф является неадекватная проверка наркозных аппаратов и/или дыхательных систем перед их использованием ответственным анестезиологом. В худшем случае это приводит к гипоксическому повреждению мозга или даже смерти. Все лечебные учреждения несут ответственность за обучение персонала правильному использованию соответствующего оборудования. Обычно за это отвечает отделение анестезиологии. При его отсутствии ответственность за оборудование несёт иная служба. Обучение протоколам проверки оборудования и соответствующим процедурам является неотъемлемой частью постдипломной подготовки анестезиологов [2].

Проверка является важным аспектом, обеспечивающим безопасность пациента, занимая при этом всего несколько минут. Она не заменяет преднаркозной процедуры проверки оборудования, описанной в инструкциях

производителя. Эти тесты дополняют другу друга. Например, в некоторые современные наркозные "рабочие станции" интегрирована автоматическая программа самотестирования, срабатывающая при запуске машины. Пользователю такого аппарата не обязательно вторично проверять те же самые функции.

Протокол проверки наркозного оборудования охватывает все части системы, начиная от источника подачи газов до самого наркозного аппарата с дыхательными контурами, фильтрами, соединителями и приспособлениями для обеспечения проходимости верхних дыхательных путей. В нём также упоминается проверка аппарата ИВЛ, отсоса, оборудования для мониторинга и дополнительного оборудования.

В соответствии с представленным протоколом и инструкциями фирмы-производителя рутинная проверка наркозных машин производится перед каждым анестезиологическим пособием. О проверке делается запись в специальном журнале, который хранится в одном из выдвижных ящиков аппарата.

Как государственные, так и частные лечебные учреждения принимают на себя обязательства по обеспечению всего анестезиологического оборудования полным пакетом сервиса в соответствии с требованиями фирмы-производителя. Обслуживание осуществляется регулярно; ведётся соответствующая отчётность. После каждого сервиса, необходимо убедиться в правильной конфигурации аппарата, так как есть риск ошибочной сборки его частей. Поэтому, протокол "первой проверки после сервиса" соблюдается особенно тщательно. Об этом делается надлежащая запись в сервисной книге [3].

Во время проведения анестезии могут обнаруживаться неисправности оборудования, не выявленные в ходе предоперационной проверки, или просто отсутствовавшие ранее. Неполадки могут включать в себя отказ системы подачи газов в операционную, короткое замыкание, рассоединения дыхательного контура и т.д. В случае обнаружения любой неисправности, не

следует полагать, что аппарат находится в том же состоянии, что и на момент проверки до операции. Для большинства анестезиологов и реаниматологов ИВЛ - рутинная процедура, но они не единственные, связанные с этим типом лечебной процедуры. Различные методы искусственной вентиляции используют терапевты, невропатологи, токсикологи, врачи скорой помощи. При этом кажущаяся простота и «привычность» ИВЛ не гарантируют от ошибок и связанных с ними осложнений, особенно при применении методов ИВЛ в неклинических условиях. Это объясняет повышенный интерес к различным проблемам теории и практики ИВЛ, исследованию которых посвящено огромное число публикаций и разработок.

За последние 10 лет произошли значительные изменения во многих концепциях и подходах к респираторной поддержке. В первую очередь это касается разработки и внедрения в практику новых способов и режимов ИВЛ, особенно вспомогательной вентиляции легких (ВВЛ). Усовершенствованы методы проведения ИВЛ и ВВЛ, созданы современные аппараты ИВЛ (респираторы), обладающие широкими функциональными возможностями, построены базы данных и знаний, которые сегодня широко доступны для пользователей этой техники - все это позволяет предполагать, что проблемы ИВЛ скоро будут решены.

Однако в некоторых частных, но очень важных для человечества, применениях возникают особые задачи по использованию респираторной техники, связанные с условиями их применения на человеке. К таким задачам следует отнести условия 1фитических состояний человека, когда борьба за его жизнь не может иметь успех без клинической поддержки, а ее быстрое подключение невозможно. К подобным непредвиденным обстоятельствам относятся чрезвычайные ситуации, связанные с природными и техногенными катастрофами. В этих условиях изменяются цели медицинской поддержки пострадавшего; он должен быть в кратчайший срок доставлен в клинический стационар. Поэтому цель всех медицинских мероприятий - поддержать жизнь человека до его поступления в госпиталь или больницу.

# 1. Обзорная часть. Обзор состояния и перспектив развития наркозных аппаратов

## 1.1. Виды наркозных аппаратов

Наркозные аппараты, изначально задуманные как приборы для подачи дыхательных смесей и ингаляционных анестетиков к пациенту, со временем превратились в комплексные системы мониторинга и принудительной вентиляции лёгких. На рынке появились разные модификации аппаратов, отличающиеся комплектацией, принципом действия, функциональными возможностями (рис.1).

Большинство наркозных аппаратов выпускаются в виде напольных стационарных устройств, оснащённых колёсиками для упрощения передвижения. Альтернативные варианты – настенные и переносные конструкции – меньше распространены (рис.2).

Разные устройства отличаются размером, набором опций и функций. Удобно, если к аппарату может быть напрямую подключен кислородный концентратор, воздушный компрессор, баллоны с оксигеном и анестетиками. Среди функций обычно присутствуют:

спонтанное дыхание;

ручная ИВЛ;

аппаратная ИВЛ;

низкопоточная либо минимально-поточная вентиляция по закрытому контуру.

Некоторые новейшие модели, обладая компактными габаритами, имеют полноценный развёрнутый функционал. К обязательным возможностям устройств со встроенным аппаратом ИВЛ относятся:

установка баланса вдох/выдох;

контроль и мониторинг частоты дыхания;

фиксация объёма выдоха.

В новых моделях есть такие вспомогательные элементы, как функция мониторинга процессов газообмена и гемодинамики; ручные реаниматоры; подключаемые либо встроенные принтеры; интерфейсы для трансляции данных с монитора.

Аппараты для реанимационных палат отличаются от хирургических как длительностью рабочего цикла, так и инструментами синхронизации дыхательных циклов с работой сердца.

Кроме того, изделия разных производителей могут отличаться следующими моментами:

количество поддерживаемых газов и анестетиков (зависит от количества испарителей, входящих в комплект);

системой соединений;

типов системы оповещения.

Самый распространенный вариант — поддержка трёх медицинских газов: кислорода, воздуха, закиси азота. Есть модели, поддерживающие работу с гелием, гелиоксом, углекислым газом, азотом.

Разъёмы и штекеры выполняются с таким расчётом, чтобы обеспечить совместимость газовых смесей, обеспечить нужное давление и исключить риски для пациентов. В целях безопасности в одном стационаре применяют наркозные и дыхательные системы одного производителя, имеющие однотипное индексирование контактов.

Возможны разные варианты действия системы оповещения. Некоторые аппараты индицируют падение давления О2 специфическим свистящим звуком, издаваемым внутренней резервной ёмкостью, другие — не дифференцируют сигнал тревоги в случае нарушения подачи О2. Первый вариант предпочтительнее, так как персонал сразу реагирует на предупреждение.

Чтобы не ошибиться в выборе наркозного аппарата, учитывают потребности, финансовые ресурсы, интенсивность и особенности хирургической деятельности клиники.

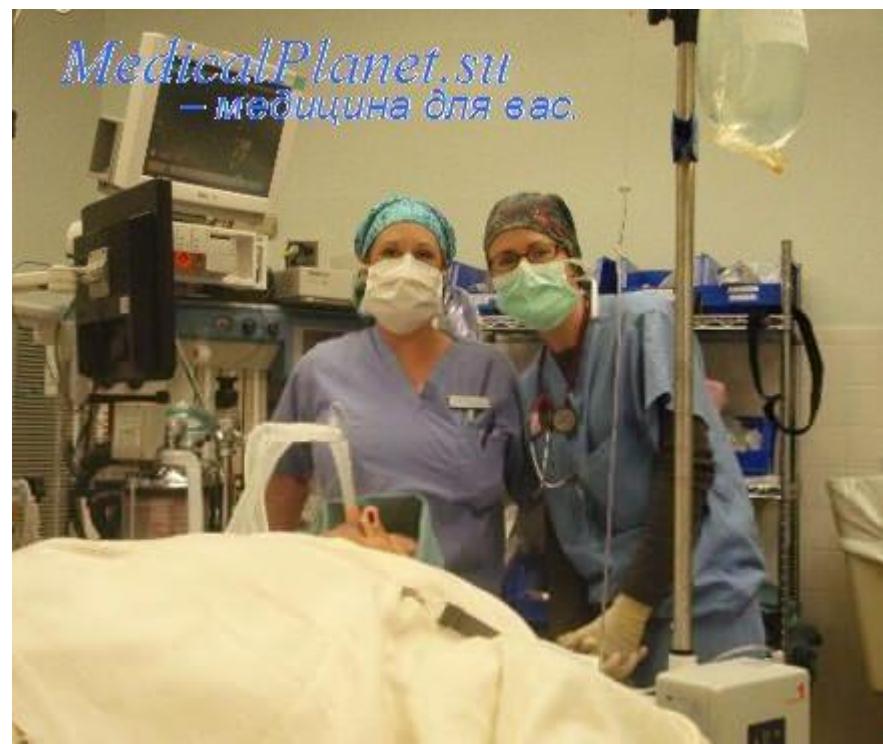


Рис.1. Наркозный аппарат.



Рис.2. Наркозный аппарат типа «маска».

## 1.2. Наркозные аппараты при общей анестезии у детей

Классическими требованиями, которые предъявляются к наркозным аппаратам при общей анестезии у детей, являются обеспечение минимального сопротивления дыханию и максимальное снижение мертвого пространства. При анестезии у детей 2 лет и старше практически могут быть использованы любые наркозные аппараты с открытым и полуоткрытым дыхательным контуром.

При проведении анестезии у новорожденных безопаснее использовать специальные дыхательные контуры. Наиболее распространенным является полуоткрытый дыхательный контур без клапанов по системе Эйра с различными модификациями. При этой системе коннектор наркозного аппарата представляет собой У-образную трубку, один патрубок которой соединяется с эндотрахеальной трубкой, другой – с источником газонаркотической смеси, а третий (выдыхательный) – с атмосферой. При потоке газонаркотической смеси 4-6 л/мин для обеспечения вдоха достаточно прикрывать пальцем отверстие для выдоха, а когда оно открыто, осуществляется выдох.

В аппарате модификации Риса на выдыхательный патрубок надевается емкость (500-600 мл) в виде дыхательного мешка с отверстием или открытым резиновым патрубком на по对立оположном конце. При этом ИВЛ можно проводить одной рукой, сжимая мешок и закрывая и открывая свободный резиновый патрубок или отверстие на мешке. Кроме того, открытый патрубок может быть соединен с длинным шлангом, обеспечивающим выброс выдыхаемой смеси из операционного зала. Отечественная промышленность выпускает специальную приставку к наркозным аппаратам, обеспечивающую проведение анестезии по такому контуру. Для анестезии у новорожденных можно использовать практически полуоткрытый контур с применением специальных нереверсивных клапанов, разделяющих потоки вдоха и выдоха, например клапан Рубена. При подаче потока газа объемом в

2–2,5 дыхательных объема (5 л/мин для новорожденного) этот клапан оказывает очень малое сопротивление – менее 100 Па (1 см вод. ст.)

В последние годы выпущены специальные наркозные аппараты для новорожденных и детей раннего возраста. Они не только имеют меньшее мертвое пространство, позволяют стабильно и точно поддерживать заданные параметры вентиляции (дыхательный и минутный объемы, отношение вдоха к выдоху и др.), освобождают руки анестезиолога, но и обеспечивают мониторный контроль состояния дыхательной системы ребенка.

Наркозные аппараты, предназначенные для проведения анестезии у детей, должны быть укомплектованы масками трех размеров (лучше из прозрачного пластического материала) с надувными обтураторами, плотно прилегающими и прикрывающими только рот и нос.

Ларингоскопы и эндотрахеальные трубы. Для ларингоскопии можно пользоваться обычными ларингоскопами с малыми клинками, прямыми или изогнутыми. Имеются и специальные детские ларингоскопы с четырьмя клинками, два из которых предназначены для новорожденных.

Чаще всего у детей раннего возраста применяют гладкие пластиковые или термопластические эндотрахеальные трубы. Трубы с раздувными манжетками применяют лишь у детей старшего возраста. У них же изредка используют армированные трубы и трубы для раздельной интубации бронхов. Иногда у новорожденных применяют трубы Коула, у которых дистальный конец длиной 1–1,5 см узкий (по размеру трубы для новорожденных), а остальная часть значительно шире. Это предохраняет от смещения трубы в глубь трахеи и в бронхи.

Для создания оптимального микроклимата новорожденных и, особенно, недоношенных детей помещают после операции в специальные камеры – кувезы, обеспечивающие необходимую влажность, температуру, оксигенацию. Различные манипуляции у таких детей проводят на специальных реанимационных столах, также обеспечивающих обогревание.

Для постоянного наблюдения и контроля за жизненно важными функциями ребенка в большинстве случаев используют те же мониторы, что и для взрослых. Существуют и специальные мониторы, адаптированные к физиологическим особенностям детского организма, действие которых основано на неинвазивных методах контроля функциональных показателей. К ним, в частности, относятся прибор для чрескожного определения парциального напряжения газов крови ТСМ-222, мониторы, постоянно контролирующие насыщение крови кислородом, – пульсоксиметры, аппараты, регистрирующие изменения мгновенной частоты пульса и пневмограммы, – кардиореспирографы, мониторы для бескровной автоматической регистрации артериального давления – сфигмоманометры и другая подобная аппаратура

## 2. Основная часть. Проверка неисправности наркозного аппарата

### 2.1. Устройство наркозных аппаратов

Наркозный аппарат – специальный прибор, предназначенный для подачи больному точно дозированных количеств (концентраций) газовых и летучих наркотических веществ и создания оптимальных условий газообмена в легких. Последнее подразумевает, что при проведении наркоза с помощью наркозного аппарата больному будет обеспечено поступление в легкие необходимого количества кислорода, элиминация выдыхаемой углекислоты, оптимальная влажность и температура вдыхаемой газовой смеси при минимальных усилиях со стороны больного. При необходимости наркозный аппарат должен обеспечить искусственную и вспомогательную вентиляцию легких [5].

Любой наркозный аппарат состоит из 3 узлов (рис.3): резервуар (источник) газов кислорода, закиси азота; дозиметр газов и испаритель для летучих наркотических веществ (эфир, фторотан, трилен и др.); дыхательный контур [5].

Источником газов называют баллоны, в которых газ находится под давлением, что обеспечивает большую емкость при относительно малом объеме, редукторы и дозиметры.

**Баллоны.** В баллонах содержатся газы, применяемые при наркозе: кислород, закись азота. Баллоны с кислородом окрашены в голубой, с закисью азота – в серый цвет.

**Редукторы.** Чтобы уменьшить давление на выходе из баллонов с кислородом и закисью азота и обеспечить постоянство этого низкого (3-4 ат) давления, используют редукторы.

Редукторы бывают нескольких типов: с регулируемым и нерегулируемым давлением на выходе, а также с устройством, предупреждающим замерзание газов в канале редуктора.



Рис.3. Наркозный аппарат, состоящий из 3-х узлов.

Дозирующие устройства обеспечивают подачу кислорода и наркотических веществ в дыхательную систему аппарата в достаточно точных концентрациях. Это важнейшее условие для управления глубиной наркоза и предупреждения передозировки.

Дозиметры. Приборы, предназначенные для подачи точных количеств кислорода и закиси азота. На большинстве аппаратов установлены ротаметрические дозиметры (ротаметры). В наркозных аппаратах обычно имеется два ротаметра для кислорода: один для потока до 2 л/мин, другой — до 10 л/мин.

Ротаметры для различных газов объединяют в блок ротаметров, в котором есть камера смешения газов. При одновременном поступлении в камеру нескольких газов, например кислорода и закиси азота, в камере происходит их смешивание, и из нее они поступают к больному одновременно. Концентрация их будет зависеть от величины потока, установленной на каждом ротаметре. Например, при подаче 2 л/мин кислорода и 6 л/мин закиси азота из камеры смешения к больному пойдет смесь, в которой содержится 25% кислорода и 75% закиси азота.

Испарители. Дозированную подачу жидких наркотических веществ осуществляют при помощи приборов, в которых эти вещества превращаются в пар (испаряются). Больной вдыхает их уже в виде паров. Эти приборы называются испарителями наркотических веществ. В настоящее время наибольшее распространение получили испарители, обеспечивающие точное дозирование летучих наркотических веществ. Примером является универсальный наркозный испаритель «Аnestезист-1». Изменение потока газа от 1 до 10 л/мин и температуры от 0 до 30°C почти не влияет на концентрацию подаваемого наркотического вещества.

Дыхательный контур. Дыхательный контур обеспечивает подачу кислорода и анестетиков от дозиметров и испарителей в дыхательные пути (легкие) больного и выведение из легких выдыхаемой смеси. Дыхательный контур может быть двух типов: без реверсии и с реверсией газов. Под

реверсией газов понимают полное или частичное вдыхание больным той газонаркотической смеси, которую он выдохнул.

Нереверсивный контур. Больной вдыхает кислород и другие газы из дыхательного мешка или атмосферы, а выдохнутый воздух поступает в атмосферу. В зависимости от того, что является резервуаром газов — атмосфера или дыхательный мешок — систему (или контур) называют открытой или полуоткрытой.

Открытая система. Самый старый метод наркоза — использование простой лицевой маски, на которую накапывают жидкое наркотическое вещество (эфир, хлороформ, хлорэтил, фторотан и др.). Больной вдыхает пары наркотического вещества в смеси с атмосферным воздухом и выдыхает также в окружающую атмосферу.

Наркоз простой маской. Простейшими приспособлениями являются маски Эсмарха и Ванкувера, представляющие собой металлический каркас, покрытый несколькими слоями марли. Преимущества метода — отсутствие «мертвопространственного эффекта» и сопротивления дыханию, исключительная простота. Но метод имеет серьезные недостатки: невозможность точной дозировки наркотического вещества и проведения искусственной вентиляции легких, чрезмерное загрязнение воздуха операционной парами, большая потеря влаги и тепла (около 230 кал/ч). Метод неприменим при операциях на лице и шее, при положении больного на животе, при вмешательствах на открытой грудной клетке. Поэтому наркоз с помощью маски играет подсобную роль и применяется лишь у маленьких детей при небольших операциях.

Наркоз открытым способом (открытый контур) с помощью наркозных аппаратов. Для этой цели используют специальные наркозные аппараты типа «Наркон-П». При вдохе воздух проходит через испаритель, насыщается заданным количеством наркотического вещества и по шлангу поступает в дыхательную приставку. С ее помощью поток газа идет в одном направлении — к маске или эндотрахеальной трубке, т. е. в легкие больного. Выдыхаемый

газ полностью выделяется в атмосферу через выыхательный клапан. Дыхательная приставка имеет мех, с помощью которого можно проводить искусственную вентиляцию легких.

Таким образом, при проведении наркоза аппаратом открытым способом сохраняются достоинства и устраняются многие недостатки наркоза с помощью простой маски, хотя большие потери влаги и загрязнение операционной парами наркотических веществ при этом остаются.

Наркоз открытым способом имеет особое значение при работе в трудных условиях, в частности в военно-полевой обстановке, когда доставка баллонов с кислородом затруднена. Некоторые современные наркозные аппараты открытого типа имеют дозиметры для кислорода и закиси азота\* и таким образом могут быть превращены в аппараты с полуоткрытым контуром.

Полуоткрытый контур. Этот контур имеет ряд достоинств. В отличие от открытого при его использовании газ-носитель поступает не из атмосферы, а из аппарата. Выдыхаемый газ полностью уходит в атмосферу. Преимущество этого способа перед открытым – возможность подачи больному смесей с высоким содержанием кислорода, а также возможность использования газообразных наркотических веществ. Общим преимуществом как полуоткрытого, так и открытого аппаратного способа является возможность управления вдыхаемой концентрацией наркотического вещества. К недостаткам способа относят избыточный расход кислорода и наркотических веществ, загрязнение атмосферы операционной, большие потери тепла и влаги организмом.

Для наркоза у маленьких детей применяют бесклапанные системы, например, систему Эйра, состоящую из Т-образной трубки большого сечения (15 мм). На один из патрубков надевают шланг для подачи газонаркотической смеси, другой патрубок соединяют с эндотрахеальной трубкой или маской, а третий – противоположный – оставляют открытым: через него происходит выброс выдыхаемого газа в атмосферный воздух. Для проведения искусственной вентиляции легких свободный конец

выдыхательного патрубка в фазу вдоха зажимают пальцем. При этом наполнение легких происходит непосредственно за счет тока свежего газа. Выдох происходит в момент, когда открывают отверстие патрубка, отнимая палец.

Более удобна модификация этой системы, предложенная Рисом. Резиновая трубка, надетая на свободный патрубок Т-образной трубки, оканчивается резиновым мешком объемом около 500 мл. Хвостовой патрубок мешка сообщается с атмосферой. Преимущество модификации Риса в том, что искусственную вентиляцию осуществляют одной рукой, которая одновременно сжимает мешок и перекрывает при этом его хвостовое отверстие, открываемое в фазу выдоха. Кроме того, мешок позволяет следить за дыхательными движениями и давлением газа.

Реверсивный контур. Стремление уменьшить потери газов, наркотических веществ, тепла и влаги привело к созданию дыхательных контуров, в которых выдыхаемая больным газонаркотическая смесь полностью (закрытая, замкнутая система) или частично (полузакрытая, полузамкнутая система) вновь вдыхается больным. При использовании этих систем возникают две трудности: удаление высоких концентраций углекислого газа и обеспечение заданной концентрации наркотических веществ.

Углекислый газ удаляют с помощью адсорбера, содержащих гранулированный химический поглотитель углекислоты (ХПИ). Когда выдыхаемая газонаркотическая смесь попадает в адсорбер, она очищается от избытка углекислого газа. Чтобы это очищение было полным, нужно использовать активный свежий поглотитель. Одна порция ХПИ рассчитана на 2–2/2 ч работы. Перед каждым наркозом необходимо наполнять адсорбер свежим поглотителем. ХПИ хранят в герметически закрытых сосудах (крышку заливают парафином).

Дозирование наркотических веществ при использовании закрытой и полузакрытой систем до сих пор окончательно не определено. Для этой цели

применяют дорогостоящие анализаторы наркотических веществ, предлагают номограммы и т. д., однако все определяет клиническая картина наркоза. Поэтому закрытые и полузакрытые системы должен использовать только опытный специалист.

Наркоз по закрытому и полузакрытому контуру можно проводить с помощью двух различных способов – циркуляционного и маятникообразного.

### 2.3. Механизм обеспечения безопасности при снижении давления кислорода

Неисправности в работе наркозного аппарата – распространенная причина тяжелых осложнений в анестезиологии. Стандартная проверка анестезиологического оборудования перед каждым его использованием повышает осведомленность персонала и способствует правильной эксплуатации. Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными средствами США разработало стандартную процедуру проверки наркозных аппаратов и дыхательных контуров. Эту процедуру можно изменить в зависимости от применяемого оборудования. Хотя нет необходимости в полной проверке оборудования перед каждой анестезией на протяжении одного и того же дня, добросовестная частичная проверка обязательна перед каждым применением аппаратуры,

Вентили экстренной (аварийной) подачи кислорода. В то время как линии подачи закиси азота и воздуха соединены непосредственно с дозиметрами, линия подачи кислорода проходит через механизм обеспечения безопасности при снижении давления, вентиль аварийной подачи кислорода и пневмопривод респиратора. Если давление кислорода падает ниже 25 psig (приблизительно 50 % от нормы), то клапан механизма обеспечения безопасности автоматически перекрывает линию подачи закиси азота и других газов, препятствуя подаче больному гипоксической смеси. При

включении механизма срабатывает свисток или электрическая система звуковой сигнализации. Следует особо подчеркнуть, что механизм безопасности включается только при снижении давления в линии подачи кислорода, но не защищает больного от всех прочих причин гипоксии.

Вентиль экстренной подачи кислорода обеспечивает поступление кислорода с высокой скоростью (35-75 л/мин) непосредственно к выходному патрубку подачи свежей дыхательной смеси, минуя дозиметры и испарители. Поскольку при этом кислород попадает в дыхательный контур непосредственно из линии газораспределения под давлением 45-55 psig, то существует реальная угроза баротравмы легких. В связи с этим, если больной подключен к дыхательному контуру, то экстренную подачу кислорода следует использовать с осторожностью. Защитный ободок препятствует случайному включению кнопки экстренной подачи.

#### 2.4. Проверка контуров наркозного аппарата

Прежде всего, проверяется редукционный клапан и плотность присоединения его к баллону, потому что иногда штуцер очень плохо подходит и много кислорода теряется.

Проверяя дозиметр, нужно убедиться, что при полном закрытии клапана газ не поступает в систему, и запах его в маске не обнаруживается. Другой способ проверки дозиметра сводится к тому, что маска полностью выключается с помощью клапана на тройнике, дозиметр закрывается, и плотность системы проверяется по наполнению мешка. Этим же способом проверяется и плотность перепускных клапанов.

Выпускной клапан проверяют по виду мешка: сначала устанавливают показатель давления на ноль (при таком положении мешок не должен быть растянут, а только наполовину наполнен), затем передвигают показатель давления и наблюдают, как надувается мешок.

Необходимо также проверить на плотность выключения эфирницу, для этого указатель ее ставится на ноль, пускается кислород и определяется по запаху попадание эфира в маску.

Перед тем, как давать наркоз, нужно проверить, насколько баллоны наполнены кислородом, закисью азота, углекислотой.

За исправность аппаратуры должен отвечать один человек – наркотизатор.

Наркозный аппарат может работать по двум схемам – с закрытым и полузакрытым контуром. При работе по открытой системе вся углекислота, выделяемая больным, должна поглощаться абсорбером, а количество кислорода, которое необходимо добавлять, должно равняться объему поглощенной углекислоты.

Что касается добавления наркотических веществ, то, теоретически рассуждая, наркотические вещества в ходе наркоза добавлять не нужно, так как газ или эфир при выдохе из трахеи попадает в мешок и затем снова вдыхается. Однако практически такого положения никогда не бывает, так как даже при уплотненных трубках часть смеси выходит наружу, и утечка требует пополнения.

При работе по полузакрытому принципу не абсорбируется углекислота в поглотителе, и он вообще может быть выключен, а необходимый уровень углекислоты поддерживается степенью обмена газа в мешке. При каждом выдохе часть смеси выходит между трахеей и трубкой или через приоткрытый выпускной клапан и пополняется новой порцией кислорода, закиси и эфира. При работе по этому принципу нет необходимости сильно-уплотнять трубку в трахее.

Обмен газов регулируется дозиметром: если увеличить приток кислорода, – давление в системе немного повысится и избыток выдыхаемого воздуха выйдет через неплотности и выпускной клапан. С ним вместе выйдет и часть эфира, расход которого, таким образом, прямо зависит от притока кислорода. Им же определяется и процент углекислоты: когда подается

много кислорода, газ в мешке почти полностью обменивается в течение дыхательного цикла, и содержание углекислоты в смеси падает.

Можно пользоваться и открытой системой, когда весь выдыхаемый воздух удаляется через клапан наружу. По такому принципу работают аппараты Лея и Макинтоша. Полузакрытой системой пользуются в клинике А. Н. Бакулева (Россия) и в большинстве других клиник; закрытая система используется в клинике П. А. Куприянова (Россия).

Преимущество замкнутой системы заключается в том, что расход наркотических веществ и кислорода при этом незначительный и определяется только утечкой газа из системы. Недостатком ее является трудность дозирования наркотических веществ, так как один и тот же эфир многократно попадает в дыхательные пути.

Чтобы уменьшить концентрацию наркотика, необходимо выпускать часть газа, открывая наружный клапан или увеличивая приток кислорода в большем количестве, чем этого требует организм; в этом случае мешок переполняется, и часть газа выходит через клапан. При пользовании замкнутой системой количество израсходованного эфира не говорит о безопасности наркоза, потому что один и тот же объем анестетика используется много раз. Когда в работах некоторых клиник сообщается, что для большой операции используется 20-30 г эфира, это совсем не показатель «безвредности» наркоза, так как этот эфир может 15 раз пройти через мешок.

Преимущества закрытой системы в отношении экономии наркотика имеют значение при пользовании газами, так как они дорого стоят и трудно достаются. Недостатком замкнутой системы является значительное сопротивление воздухоносных путей, увеличивающееся за счет поглотителя. Приводим таблицу сопротивления различных систем, заимствованную у Мешалкина. Считается, что при полузакрытой системе кислород можно применять в количестве от 1,5 л/м и больше; меньше 1,5 л/м давать не рекомендуется. При замкнутой системе количество поступающего кислорода можно уменьшить до 0,5 л.

Предпочтительнее работать по полуоткрытой системе, пренебрегая экономией эфира. Преимуществом полуоткрытой системы является то, что при ней не нужен поглотитель, натронная известь из которого часто бывает измельченной и попадает в дыхательные пути. Кроме того, проведение наркоза само по себе проще при полуоткрытой системе.

В клинике Л. К. Богуша (Россия) применяется полуоткрытая система с использованием закиси азота, и хотя при этой системе потери газа очень велики, все же они предпочитают пользоваться этой системой, не пользуясь поглотителями. Для отсасывания слизи из бронхов нужно иметь вакуум-насос и тонкие, по возможности жесткие, трубочки с контрольным стеклышком. За неимением специальных трубок для отсоса можно использовать новые дуоденальные зонды.

## 2.5. Процедура проверки наркозного аппарата

Неисправности в работе наркозного аппарата – распространенная причина тяжелых осложнений в анестезиологии. Стандартная проверка анестезиологического оборудования перед каждым его использованием повышает осведомленность персонала и способствует правильной эксплуатации. Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными средствами США разработало стандартную процедуру проверки наркозных аппаратов и дыхательных контуров. Эту процедуру можно изменить в зависимости от применяемого оборудования. Хотя нет необходимости в полной проверке оборудования перед каждой анестезией на протяжении одного и того же дня, добросовестная частичная проверка обязательна перед каждым применением аппаратуры.

Почему не поднимаются меха респиратора и срабатывает тревога? Поток свежего газа, поступающий в дыхательный контур, был недостаточен для поддержания в контуре объема, необходимого для обеспечения вентиляции с положительным давлением. Если поток свежего газа отсутствует, то объем

газа в дыхательном контуре будет медленно снижаться в результате постоянного потребления кислорода больным (метаболические затраты) и поглощения выдыхаемого углекислого газа в адсорбере. Поток свежего газа может отсутствовать вследствие прекращения подачи кислорода по системе стационарного газораспределения (вспомним о механизме обеспечения безопасности при снижении давления кислорода) или в случае, если ручки вентилей подачи газов забыли повернуть в положение "открыто". Показатели кислородного манометра Bourdon и дозиметров позволяют исключить эти причины утечки в контуре. Более правдоподобное объяснение в рассматриваемом случае — это утечка в дыхательном контуре, которая превышает скорость потока свежего газа. Утечки имеют особо важное значение при анестезии по реверсивному (закрытому) контуру.

Как оценить размер утечки? Объем дыхательного контура поддерживается на постоянном уровне, если приток свежего газа равен расходу. Следовательно, размер утечки можно определить, увеличивая скорость потока свежего газа до тех пор, пока во время выдоха мехи не начнут подниматься на необходимую высоту. Если, несмотря на высокую скорость подачи свежего газа, мехи остаются в спавшемся состоянии, то следует думать о полном рассоединении элементов контура. Следует незамедлительно выявить место рассоединения и восстановить герметичность дыхательного контура во избежание гипоксии и гиперкапнии. Если устранение нарушений затягивается, то больного переводят на ИВЛ реанимационным дыхательным мешком.

В каком месте дыхательного контура наиболее высок риск рассоединения и утечки? Видимые рассоединения чаще всего возникают между прямоугольным коннектором и эндотрахеальной трубкой, тогда как риск утечки наиболее высок по периметру нижней крышки адсорбера. Утечки могут происходить в трахее вокруг безманжеточной эндотрахеальной трубки, а также вокруг неполностью заполненной манжетки. Помимо того, в наркозном аппарате и дыхательном контуре еще существует большое

количество мест, где возможны рассоединения и утечки. Добавление в дыхательный контур любого дополнительного элемента (например, увлажнителя) увеличивает риск утечки.

Как можно выявить утечки? Условно утечки подразделяют на случающиеся до выходного патрубка подачи свежей дыхательной смеси (т. е. в наркозном аппарате) и после выходного патрубка (т. е. в дыхательном контуре). Большие утечки в наркозном аппарате происходят значительно реже и их можно выявить с помощью простого теста. Пережатие шланга, который обеспечивает подачу свежего газа от наркозного аппарата в дыхательный контур, приведет к обратной передаче давления в наркозный аппарат, препятствующей потоку свежего газа из наркозного аппарата. Этот феномен проявляется снижением уровня поплавков в дозиметрах. После устранения обструкции поплавки быстро и кратковременно "подскакивают", после чего занимают первоначальное положение.

Если утечка внутри наркозного аппарата велика, то пережатие шланга подачи свежего газа не приведет к обратной передаче давления и смещению поплавков вниз. Более чувствительный тест для выявления малых утечек в наркозном аппарате заключается в присоединении отсасывающей груши к выходному патрубку. Устранение утечек внутри респиратора обычно проводит сервисная служба. Утечку внутри дыхательного контура, если он не соединен с больным, легко выявить следующим образом: закрывается предохранительный клапан, перекрывается просвет Y-образного коннектора и в дыхательный контур через клапан экстренной подачи подается кислород, пока давление в контуре не составит 20-30 см вод. ст. Постепенное снижение давления в контуре означает утечку внутри него.

Как точно определить место утечки в дыхательном контуре? Любое соединение в дыхательном контуре – возможное место утечки. Быстрый осмотр дыхательного контура позволяет обнаружить неплотное соединение дыхательных шлангов или повреждение адаптера кислородного анализатора. К менее очевидным причинам утечки относятся отсоединение тревожной

сигнализации от манометра в дыхательном контуре, открытый предохранительный клапан или неправильное присоединение системы улавливания и отвода отработанных газов. Утечку можно определить на слух, а также обработав мыльным раствором подозрительные соединения (при утечке раствор пузырится).

Установленная процедура проверки позволяет своевременно выявить утечки в наркозном аппарате и дыхательном контуре. Например, ступени 5 и 11 рекомендаций Управления по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными средствами США позволяют обнаружить наиболее значительные утечки.

## 2.6. Пусковые механизмы осложнений наркоза

Каждая проблема независимо от наличия скрытых обуславливающих ее обстоятельств «запускается» тем или иным событием. Исторически сложилось так, что анестезист больше всего озабочен теми событиями, которые он сам создал, такими как интубация пищевода или ошибка при введении лекарств, однако таковых мало по сравнению с событиями, инициируемыми другими путями. Их источниками могут служить: 1) пациент, 2) само хирургическое вмешательство, 3) анестезия и 4) оборудование.

Пациент. Многие проблемы возникают вследствие характера медицинской патологии пациента независимо от каких-либо действий. Например, исследования ишемии миокарда во время операции продемонстрировали, что ишемия часто возникает без каких-либо заметных изменений гемодинамического статуса.

Хирургическое вмешательство. Хирургическая стимуляция сама по себе является мощным инициатором многих физиологических реакций, в частности гипертензии, тахикардии, ларингоспазма и бронхоспазма. Проблемы, связанные с медицинской патологией пациента, могут усугубляться под влиянием обычных действий хирурга. Незапланированные события,

такие как сдавление органов во время операции или случайное пересечение жизненно важных структур, могут быстро перерасти в серьезную проблему.

**Аnestезия.** Индукция и поддержание анестезии могут усугубить проблемы пациента даже при отсутствии сколько-нибудь значительных заболеваний. Правильные или ошибочные действия анестезиста могут подвергнуть пациента прямому риску, как, например, бывает при катетеризации центральной вены, что несет в себе риск пневмоторакса. По ходу операции проблемы могут быть спровоцированы сложными, но вполне обычными процедурами, такими как поворот больного в положение лицом вниз. У больных в состоянии наркоза и нейромышечного блока защитные механизмы притуплены или ограничены, что делает их организм особенно уязвимым.

**Оборудование.** Поддержание наркоза и мониторинг витальных функций пациента осуществляются с помощью электромеханического оборудования. В случае выхода из строя этого оборудования пациенту может быть причинен непоправимый вред. Однако весьма редко сама по себеполомка оборудования может сразу же навредить пациенту. Примерами такого рода может служить электроожог, пожар, ситуации с превышением допустимого давления в дыхательных путях. Значительно чаще поломка оборудования прекращает поддержание витальных функций либо их мониторинг, что теоретически при своевременном распознавании и наличии функционирующих резервных систем может быть осуществлено и другими средствами. Неполадки с оборудованием часто обостряют другие трудности, отвлекая внимание анестезиста либо требуя для починки приборов, которые в свою очередь вышли из строя.

**Предупреждение проблем.** Казалось бы, устранение скрытых факторов, предрасполагающих к возникновению проблем, должно быть эффективной мерой, повышающей безопасность пациента. Однако, поскольку большинство скрытых обстоятельств, влияющих на анестезию, являются результатом сложной эволюции медико-экономических и историке-

политических факторов, процесс их изменения трудоемок, медлен и не всегда успешен. Кроме скрытых предпосылок, существует немало неконтролируемых внешних влияний. Таким образом, наиболее эффективная тактика предупреждения проблем заключается в ориентации на индивидуальные особенности каждого конкретного случая. Анестезист осуществляет контроль за факторами риска и при необходимости вносит соответствующие корректизы. Этот контроль распространяется на пациента, хирурга и самого анестезиста, а также на оборудование.

Пациент. Анестезист начинает работу с традиционных форм принятия медицинского решения во время предварительного осмотра пациента и планирования анестезии. В процессе осмотра он учитывает общий статус пациента, срочность хирургического вмешательства и возможность снижения риска анестезии при помощи каких-либо дополнительных лечебных или диагностических мероприятий. Это решающая возможность для анестезиста предотвратить нежелательный исход. Если операция может быть начата, остается немало дополнительных превентивных мер, которые следует предпринять при особых ситуациях (например, прием Селлика у пациента с полным желудком) или при подготовке к конкретному хирургическому вмешательству (например, использование двухпросветной интубационной трубки при торакальных операциях).

Необходимы выработки подробных планов ведения анестезии, с тем чтобы не упустить ни одной из возможных превентивных мер. Во многих случаях, к сожалению, задачи могут противоречить друг другу, что не позволяет, как правило, реализовать полностью даже самые удачные планы. Оптимальный план в ситуациях такого рода должен быть компромиссом между всеми опасностями и преимуществами предпринимаемых мер.

Хирург и анестезист. Хирург и анестезист обязаны выполнять свой долг с надлежащими тщательностью и квалификацией. Они должны честно определить, достаточны ли их способность, форма и подготовленность для планируемой операции.

Оборудование. Тщательная проверка всего оборудования для поддержания жизненно важных функций должна рассматриваться как абсолютно обязательная мера перед каждой анестезией. Кроме того, анестезист должен убедиться в наличии запасного оборудования для поддержания всех жизненно важных функций.

### 3. Экономическая часть

I. Технико-экономические обоснование проекта

II. Определить объем инвестиции

- Стоимость основных фондов
- Объем инвестиции на покупку материально-производственных запасов
- Объем инвестиции на покупку малооцененного инвентаря и контрольно-измерительных приборов
- Расчет заработной платы производственных рабочих

III. Определить экономическую эффективность, годовой доход

IV. Определить срок окупаемости инвестиции

1. Технико-экономическое обоснование проекта

- Цель, сущность и задачи проекта и его актуальность
- Экономическая эффективность проекта

2. Определить объем инвестиции

Нижеследующим таблице дано приведенные затраты на ВКР

Амортизационные отчисления составляет 20 % от стоимости ОФ

$$A_{omch} = 0,2 \times O\Phi / 12.$$

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание 12% от стоимости ОФ

$$Pm=12\% \times O\Phi / 12$$

Таблица 3

#### Стоимость основных фондов

№	Наименование основных фондов	Кол-во	Стоимость ОФ
1	Здания и сооружения	2	251400500
2	Техника	125	5612500
3	Машины и оборудования	50	94525050
	Итого	177	

Амортизационные отчисления составляет 20 % от стоимости ОФ

$$A_{отч} = 0,2 \times O\Phi /12.$$

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание 12% от стоимости ОФ

$$P_m=12\% * O\Phi /12$$

Таблица 4

Расчет заработной платы производственных рабочих

№	Наименование операции	Должность	Кол-во дней	Средняя зар.плата в день	Стоимость выполненной работы
1	Выбор темы на разработку	СНС	1	15000	15000
2	Изучение и анализ литератур по теме	МНС	2	7050	14100
3	Разработка интерфейса программы	МНС	2	7050	14100
4	Занесения плана лекции	МНС	3	7050	21150
5	Отладка программы	МНС	1	7050	7050
6	Тестирование комплекса программы	МНС	2	7050	14100
7	Выявление ошибок	МНС	2	7050	14100
8	Исправление ошибок	МНС	2	7050	14100
9	Экономическая часть	МНС СНС	2 1	7050 15000	14100 15000
10	Охрана труда	МНС СНС	2 1	7050 15000	14100 15000
11	Разработка пояснительной записи	МНС	1	7050	7050
12	Рецензирование	СНС	1	15000	15000
13	Оформление и защита ВКР	МНС	1	7050	7050
	Итого:		24		201000

Основная заработка плата определяется как сумма оплаты труда всех рабочих и премии в размере 40 %

$$Зосн = СОТ * 0,4 + СОТ .$$

Дополнительной заработной платы производственных рабочих берется 10 % от основного З/п

$$Зд = Кд * Зосн .$$

Фонд оплаты труда определяется как сумму основной и дополнительной заработной платы

$$\PhiOT = Зосн + Зд .$$

Затраты на социальной страховании рассчитывается 25% от ФОТ

$$Oфcc = 25\% * \PhiOT .$$

Транспортные расходы рассчитываются 20% от Зосн

$$Pmp = 0,2 * Зосн .$$

Расход пара на производственные нужды

Длина – 235

Ширина - 125

V = длина х ширина.

Расходы на электроэнергии определяются по формуле

$$W = N * T * S .$$

N – установленная мощность, кВт

T – время работы

S- стоимость электроэнергии за 1кВт

$$W = 1258400$$

Объем инвестиции определяется по формуле

$$K = МПЗ + \PhiOT + Aoф + \Sigma P$$

Таблица 5  
Смета затрат на проведение разработки

	Наименование статьей затрат	Сумма
1	Стоимость выполненных работ	125000
2	Затраты на производство	254300
3	Производственная себестоимость	2168
4	Расходы периода	31025
5	Материальные затраты	3021500
6	Сырьё	5685
7	Электроэнергия +отопления	512400
8	ФОТ	35900
9	Социальное страхование	80250
10	Амортизация	351044
11	Прочие затраты	651300
12	Основная заработка плата	503000

Таблица 6  
Расчет экономической эффективности выполненных работ

№	Наименование показателей	Ед.измерения	сумма	Примечание
1	Стоимость выполненных работ	Сум	20135005	Таблица
2	Затраты на производство	Сум	345705	Таблица
3	Инвестиции	Сум	245130	Формула
4	Экономическая эффективность	Сум	3550	Формула
5	Срок окупаемость	Месяц	12	Формула
6	рентабельность	%	102	Формула

Экономическую эффективность определим по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) * Q, \quad C_1 = C_2 * 1,3.$$

C1 и C2 – себестоимость до и после, Q - объём производства.

Рентабельность определим по формуле

$$R = \frac{\mathcal{E} * 100\%}{K}$$

Определяем срок окупаемости

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}}$$

## 4. Безопасность жизнедеятельности

### Производственная санитария

При разработке и создании электромассажера для головы, а также при последующей эксплуатации данного прибора основными опасными и вредными производственными факторами являются следующие:

- воздействие электромагнитных полей и излучений;
- воздействие электрических и магнитных полей токов промышленной частоты;
- возможное влияние вибрации при продолжительном использовании и несоблюдении правил эксплуатации данного прибора;
- воздействие биологически активного электрического поля и др.

Рассмотрим отрицательное действие на организм человека электрических и магнитных полей токов промышленной частоты, которое может наблюдаться при электропитании разработанного прибора от сети 220 В, и приведем соответствующие меры защиты.

Влияние данного фактора вызывает у человека нарушение функционального состояния центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы и периферической крови. При этом наблюдаются повышенная утомляемость, снижение точности рабочих движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, сопровождающихся сердцебиением и аритмией и т. п. Эффект воздействия электромагнитного поля на биологический объект обычно оценивают количеством электромагнитной энергии, поглощаемой этим объектом при нахождении его в поле. Можно считать, что в электроустановках электрическое поле возникает при наличии напряжения на токоведущих частях, а магнитное — при прохождении тока по этим частям.

Отрицательное действие на организм человека электромагнитного поля

в электроустановках промышленной частоты обусловлено электрическим полем; магнитное же поле оказывает незначительное биологическое действие и в практических условиях им можно пренебречь. Поле электроустановок является неравномерным, т. е. напряженность его изменяется вдоль силовых линий. Вместе с тем оно обычно несимметричное, поскольку возникает между электродами различной формы, например, между токоведущей частью и землей или металлической заземленной конструкцией. Степень отрицательного воздействия электрического поля промышленной частоты на организм человека можно оценить по количеству поглощаемой телом человека энергии электрического поля, по току, проходящему через человека в землю, и, наконец, по напряженности поля в месте, где находится человек. Но как критерий безопасности для человека, находящегося в электрическом поле промышленной частоты, более удобной величиной является напряженность поля в месте нахождения человека, так как в производственных условиях напряженность поля значительно проще измерить, чем ток, проходящий через человека, и энергию, поглощаемую телом.

Допустимое значение тока, длительно проходящего через человека и обусловленного воздействием электрического поля, составляет примерно 50 — 60 мА, что соответствует напряженности электрического поля на высоте роста человека примерно 5 кВ/м.

При электрических разрядах, возникающих в момент прикосновения человека к металлической конструкции, имеющей иной, чем человек, потенциал, установившийся ток не превышает 50 — 60 мА, то человек, как правило, не испытывает болевых ощущений.

Средства защиты: стационарные экранирующие устройства (козырьки, навесы, перегородки); переносные (передвижные) экранирующие средства защиты (инвентарные навесы, палатки, перегородки, щиты, зонты, экраны и т. д.). Индивидуальные средства защиты (на производстве): защитный костюм - куртка и брюки, комбинезон; экранирующий головной убор -

металлическая или пластмассовая каска для теплого времени года и шапка с прокладкой из металлизированной ткани для холодного времени года; специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву или выполненная целиком из электропроводящей резины.

Также рассмотрим негативное влияние вибрации на организм человека при продолжительном использовании и несоблюдении правил эксплуатации данного прибора.

Не следует продолжать весь цикл сеанса при помощи электромассажера более 30 минут. Установлено, что длительные вибрационные нагрузки действуют на организм негативно. У человека появляется вялость, начинает болеть голова, развивается бессонница.

Однако, следует отметить, что вибрация в определенных количествах оказывает положительное влияние на организм человека, что используется в медицине. В данном случае, например, при проведении аппаратного массажа. Вибрация способна увеличивать активность жизненных процессов в организме.

Физические и физиологические характеристики вибрации. Распространяется вибрация вследствие передачи энергии колебаний от колеблющихся частиц к соседним частицам. Эта энергия в любой момент пропорциональна квадрату скорости колебательного движения, поэтому по величине последней можно судить об интенсивности вибрации, т. е. о потоке вибрационной энергии. Поскольку скорости колебательного движения изменяются во времени от нуля до максимума, для их оценки используют не мгновенные максимальные значения, а среднеквадратичную величину за период колебания или измерения. В отличие от звука вибрация воспринимается разными органами и частицами тела. Так, при низкочастотных (до 15 Гц) колебаниях поступательная вибрация воспринимается отолитовым, а вращательная - вестибулярным аппаратом внутреннего уха. При контакте с твердым вибрирующим телом вибрация воспринимается нервыми окончаниями кожи. Сила восприятия

механических колебаний зависит от биомеханической реакции тела человека, представляющего собой в определенной мере механическую колебательную систему, обладающую собственным резонансом и резонансом отдельных органов, что и определяет строгую частотную зависимость многих биологических эффектов вибрации.

Так, у человека в положении сидя резонанс тела, который обусловливается влиянием вибрации и проявляется неприятными субъективными ощущениями, наступает на частотах 4-6 Гц, у человека в положении стоя - на частотах 5-12 Гц. Человек ощущает вибрацию частотой от долей герца до 800 Гц, вибрация большой частоты воспринимается подобно ультразвуковым колебаниям, вызывая ощущение тепла. Человек ощущает колебательные скорости, отличающиеся в 10 000 раз. Поэтому по аналогии с шумом интенсивность вибрации часто оценивают как уровень колебательной скорости (виброскорости), определяя его в децибелах.

Степень неблагоприятного действия вибрации зависит от ее уровня (или расстояния до источника низкочастотных колебаний), времени суток, возраста, рода деятельности и состояния здоровья человека.

Суть проблемы: постоянное повышенное значение вибрации приводит к быстрой утомляемости, нарушению нервной системы, плохому сну, головной боли. Работа в условиях постоянной вибрации может приводить к возникновению вибрационной болезни. Вибрационная патология стоит на втором месте среди профессиональных заболеваний.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентируют документы ГОСТ 12.1.012 – 90 «ССБТ. Вибрационная безопасность», СН – 2.2. 4/2.1.8. 556 – 96 «Производственные вибрации».

### Оценка условий труда

По степени физической тяжести работа, выполняемая разработчиком, относится к категории легких работ, основная нагрузка падает на центральную нервную систему. При проектировании и организации оптимальных условий труда для разработчика должны быть соблюдены

условия, позволяющие полноценно работать. В данном случае индекс категории тяжести труда – 2, она характеризуется выполнением работ в условиях, когда предельно-допустимые величины производственных вредных, и опасных факторов не превышают требований нормативно-технических документов. При этом отклонений в состоянии работы не наблюдается, работоспособность не нарушается в течение всего периода трудовой деятельности.

Параметры микроклимата на рабочем месте благоприятствуют выполнению работы: температура воздуха составляет 18 - 25 °C, относительная влажность воздуха не превышает норм - от 30 до 80 %, скорость движения воздуха - не более одного метра в секунду; концентрация пыли в воздухе достаточно низка.

Системы отопления и вентиляции находятся в исправности.

#### Освещенность рабочего места

Рациональное освещение рабочего места - один из важнейших факторов предупреждения травматизма и профессионального заболевания, связанных с ослаблением зрительной активности и ухудшением зрения работающего. Грамотно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность и производительность труда. Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется КМК 2.01.05-98 РУз в зависимости от характеристики зрительной работы и объекта различения.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место разработчика (конструктора) освещается естественным и искусственным освещением. Естественное освещение используется в дневное время суток. Искусственное освещение необходимо в темное время суток или при недостаточном естественном освещении. Источниками света являются, например, лампы накаливания.

Рабочая зона или рабочее место освещается в такой степени, чтобы можно было хорошо видеть процесс работы, не напрягая зрения, и чтобы исключалось прямое попадание лучей источника света в глаза.

Также уровень освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0,5 - 1 мм. По нормам освещенности КМК 2.01.05-98 РУз и отраслевым нормам, работа разработчика относится к четвертому разряду зрительной работы. Для этого разряда рекомендуется освещенность 200 лк.

Рассчитаем количество светильников, необходимое для создания комфортного рабочего освещения, в соответствии с КМК 2.01.05-98 РУз.

Исходные данные, используемые при расчете - это оценка:

- помещения, которое необходимо осветить - длина (a), ширина (b), высота (h), коэффициенты отражения потолка, стен и пола;
- светильники - коэффициент использования светильника, расчетная высота (расстояние между светильником и рабочей поверхностью);
- лампы - тип лампы и мощность;
- нормы - требуемая освещенность.

#### Расчет по световому потоку.

Расчетные материалы: таблицы коэффициентов отражения, таблицы коэффициентов использования, таблица рекомендуемых уровней освещенности, таблица начального светового потока люминесцентных ламп.

#### Расчетные формулы:

- определение площади помещения:  $S = a \cdot b$ ;
- определение индекса помещения:  $\varphi = S / ((h_1 - h_2) \cdot (a+b))$ ;
- определение нужного количества светильников:

$$N = (E \cdot S \cdot 100 \cdot K_3) / (U \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}}),$$

где E - требуемая освещенность горизонтальной плоскости, лк; S - площадь

помещения, м<sup>2</sup>; K<sub>з</sub> - коэффициент запаса; U - коэффициент использования осветительной установки; Φ<sub>л</sub> - световой поток одной лампы, лм; n - число ламп в одном светильнике.

В рассматриваемом помещении: светлые потолки, светлые стены, серый пол. Исходные данные: помещение размерами a = 8 м, b = 5 м, h = 2,8 м. Выбор светильников - светильник растровый встраиваемый на 4 люминесцентные лампы 18 Вт, тип ARS/R 4x18 W, лампы люминесцентные 18 Вт, в одном встраиваемом растровом светильнике 4 лампы  $\Phi = 1150$  лм (для люминесцентной лампы TLD 18/54, нормы освещенности E = 300лк на уровне 0,8 м от пола (рабочая поверхность стола), коэффициент запаса K<sub>з</sub> = =1,25, коэффициент отражения потолка - 50, стен - 30, пола – 10.

Расчет.

1. Определение площади помещения:  $S = a \cdot b = 8 \cdot 5 = 40$  м<sup>2</sup>.
2. Определение индекса помещения:  $\varphi = S / ((h_1 - h_2) \cdot (a+b)) = 40 / ((2,8 - 0,8) \cdot (8 + 5)) = 1,54$ .
3. Определение коэффициента использования, исходя из значений коэффициентов отражения и индекса помещения: U = 51 (из вышеуказанных таблиц). Ниже приведена таблица коэффициентов отражения.

Таблица 1

#### Коэффициенты отражения

Плоскость из материалов с высокой отражаемостью	80
Плоскость с белой поверхностью	70
Плоскость со светлой поверхностью	50
Плоскость с серой поверхностью	30
Плоскость с темно-серой поверхностью	20
Плоскость с темной поверхностью	10

Используем светильник люминесцентный растровый встраиваемый ARS/R 4x18.

4. Определение требуемого количества светильников:  $N = (300 \cdot 40 \cdot 100 \cdot 1,25) / (51 \cdot 4 \cdot 1150) = 6,39$ . Соответственно, выбираем 6 светильников.

Таким образом, 6 светильников типа светильник люминесцентный растровый встраиваемый ARS/R 4x18 обеспечат освещенность данного помещения, соответствующую нормам.

### Электробезопасность

При использовании повышающего трансформатора в схеме прибора импульсы, формируемые во вторичной обмотке, имеют большую амплитуду - около 20 В. Данные импульсы вызывают сокращение мышц головы человека при контакте с электродами во время работы прибора.

В схеме не предусмотрена защита от короткого замыкания электродов, поэтому необходимо соблюдать правила эксплуатации данного прибора.

В случае наличия напряжения на электродах с уровнем, вызывающим болезненные ощущения у пациента, увеличивают сопротивление  $R_2$ . Настройка осуществляется для каждого пациента отдельно, так как проводимость кожи у каждого индивидуальна.

Например, при использовании в качестве источника питания электромассажера сети 220 В, напряжение сети должно соответствовать напряжению, указанному на маркировке прибора. Отключение прибора от сети - только сухими руками.

Для уменьшения риска поражения электрическим током необходимо исключить воздействие влаги на прибор.

С учетом классификации помещений по электробезопасности, отметим, что выпускная работа разрабатывалась в помещении без повышенной опасности, так как анализируемое помещение сухое (50 %), нежаркое ( $24^{\circ}\text{C}$ ), с токонепроводящим полом, без токопроводящей пыли, отсутствует возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам

электрооборудования, которые при пробое изоляции могут оказаться под напряжением - с другой.

В данном рабочем помещении: сеть питания - однофазная, 220 В, 50 Гц, с заземленным нулевым защитным проводником; все электрооборудование имеет рабочую изоляцию; приборы работают от номинального напряжения 220В; характеристики проводов соответствуют токам и напряжениям в сети.

### Пожарная безопасность

При эксплуатации электроприборов пожарная опасность возникает в следующих случаях:

- короткое замыкание - токи коротких замыканий достигают очень больших величин, а сопровождающие их тепловое и динамическое воздействия могут вызвать разрушение электропроводки, воспламенение изоляции;
- перегрузки проводников токами, превышающими допустимые по нормам значения;
- большие переходные сопротивления в местах соединений, ответвлений и оконцеваний проводов, что приводит к перегреву;
- искрение в электрических аппаратах, машинах, электрические разряды и т.п.

Проведение правильной и слаженной эвакуации людей в случае пожара осуществляется в соответствии с заранее утвержденным руководителем организации планом эвакуации, в котором предусмотрены пути эвакуации работающих. Для обеспечения быстрого и своевременного тушения очага пожара, внутри здания имеются огнетушители. Выбор типа огнетушителей, их размещение, порядок технического обслуживания и ведение учета, а также требования безопасности при эксплуатации огнетушителей регламентируются. В данном случае наиболее оправдано использование углекислотных огнетушителей марок ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, ОУ-25 и др.

Достаточно эффективным химическим средством тушения огня является углекислота. При быстром испарении углекислоты образуется снегообразная масса, которая, будучи направлена в зону пожара, снижает концентрацию кислорода и охлаждает горящее вещество. Ручные углекислотные огнетушители типов ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8 конструктивно отличаются ёмкостью баллона - соответственно 2, 5 и 8 л. Эти огнетушители предназначены для тушения возгораний и небольших очагов пожара в закрытых помещениях и в электроустановках, находящихся под напряжением, вследствие низкой электропроводности углекислоты. Все огнетушители подвергают периодической проверке и при необходимости - перезарядке.

При организации пожаров охраны объектов применяются средства пожарной сигнализации и средства оповещения о пожаре. Пожарный инвентарь, противопожарное оборудование и первичные средства пожаротушения содержатся в исправном состоянии, находятся на видном месте, и к ним в любое время суток обеспечен беспрепятственный доступ. В системе пожарной защиты применяются автоматические и полуавтоматические средства извещения о пожаре.

## Заключение

В итоге выполненной работы проведено исследование методов неисправности наркозного аппарата. Проведён обзор существующих современных аппаратов и даны основные характеристики современному анестезиологическому оборудованию.

Исследование показало, что процедура проверки наркозного аппарата является основополагающей в благоприятном исходе операционных мероприятий.

В учебном процессе результаты проведённых исследований могут использоваться для чтения дисциплин по направлению «Биомедицина», и дисциплин, связанных с необходимостью разработки медицинских устройств.

## Литература

1. Неотложная медицинская помощь//под ред. Дж. Э. Тинтиналли, Рл. Кроума, Э. Руиза.- М. Медицина.- 2001
2. Интенсивная терапия. Реанимация. Первая помощь: Учебное пособие / Под ред. В.Д. Малышева. – М.: Медицина.– 2000.– 464 с.
3. Сахно И.И., Сахно В.И. Медицина катастроф. Организационные вопросы. -М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ. 2002. - 560 с.
4. Трушин А.И., Юревич В.М. Аппараты ингаляционного наркоза. – М – Медицина, 1989.
5. <http://www.485.html>.