

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор государственного учреждения
научно-исследовательского института
медицины труда РАМН

Академик РАМН, профессор

Н.Ф. Измеров

« 2006 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник государственного научно-
исследовательского испытательного
института военной медицины
Министерства обороны России

Академик РАМН, член-корреспондент РАН,
профессор

И.Б. Ушаков

« 2006 г.



ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

«Медицинские мероприятия по обеспечению безопасности персонала при
эксплуатации противопожарной защиты объектов на основе использования
газового огнетушащего вещества «OxyReduct»

г. Москва – 2006

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
1.	Аннотация	4
2.	Введение	5
3.	Общая характеристика способа противопожарной защиты на основе применения газового огнетушащего вещества (ГОТВ) «OxyReduct»	6
3.1.	Общие сведения о газовом огнетушащем веществе «OxyReduct»	6
3.2.	Оборудование для получения ГОТВ «OxyReduct».	6
3.3.	Принцип работы системы противопожарной защиты объектов с помощью ГОТВ «OxyReduct»	7
3.4.	Характеристика защищаемых помещений	7
3.5.	Характеристика применяемого оборудования	8
3.6.	Величина концентрации ГОТВ «OxyReduct»	12
3.7.	Схема регулирования и тревожной сигнализации при подаче ГОТВ «OxyReduct»	13
3.8.	Пожарная сигнализация	14
4.	Физиолого-гигиенические основы безопасности деятельности в измененных условиях газовой среды	16
4.1.	Терминология (ключевые понятия)	16
4.2.	Физиологические и патологические эффекты при гипоксии	17
4.3.	Физиологические эффекты влияния гипоксии на организм человека	18
4.4.	Клинико-физиологические эффекты влияния гипоксии на организм человека	21
4.5.	Резюме	27
5.	Характеристика основных медицинских мероприятий по обеспечению безопасности персонала при работе в условиях гипоксической газовой среды.	28
5.1.	Медицинский отбор, первичное и вторичное обследование при отборе лиц для работы в помещениях с пониженным содержанием кислорода	29
5.1.1.	Дополнительные рекомендации по специальному углубленному осмотру персонала врачами специалистами для выявления скрытой формы заболеваний (рекомендации врачу)	33
5.1.2.	Противопоказания к работе в газовой среде в помещениях 3 категории с пониженным содержанием кислорода (до 13%)	34
5.1.3.	Оценка индивидуальной устойчивости к гипоксии	35
5.2.	Диспансерное медицинское наблюдение за персоналом	38
5.3.	Содержание санитарно-просветительной работы среди персонала	38
5.4.	Способы и методы повышения индивидуальной устойчивости к кислородному голоданию	39
5.5.	Организация учёта и нормирования рабочего времени в условиях гипоксической среды	39
5.6.	Правила оказания само- и взаимопомощи, а также первой медицинской помощи в случае возникновения нештатных ситуаций	39
5.7.	Меры безопасности и правила эксплуатации средств индивидуальной защиты	40
6.	Основные нормативные документы, регламентирующие деятельность должностных лиц и медицинского персонала по обеспечению безопасности работающих	42
7.	Дополнительная литература по физиологическим и медицинским вопросам	42

Пр. 1	Медицинская анкета сбора анамнеза, при медицинском осмотре при приеме на работу в измененной газовой среде (вопросы, задаваемые врачом пациенту)	43
Пр. 2	Методика прерывистой гипоксической тренировки для повышения сниженной переносимости гипоксии	44
Пр.3	Индивидуальный журнал учета рабочего времени в условиях гипоксической среды	48
Пр. 4	Типовой набор лекарственных средств аптечки неотложной помощи	49

1. АННОТАЦИЯ

Настоящие «Методические рекомендации..» предназначены для специалистов медицинской службы, осуществляющих медицинский контроль за функциональным состоянием лиц, работающих в помещениях, оборудованных системами противопожарной защиты объектов на основе применения газового огнетушащего вещества (ГОТВ) «Оху Reduct», получаемого по технологии и на оборудовании фирмы «WAGNER Alarm-und Sicherungssysteme GmbH» (Германия).

Цель данных методических рекомендаций – обеспечить реализацию системы медицинских мероприятий по профилактике и предупреждению несчастных случаев на производстве при использовании систем противопожарной защиты объектов на основе газовых огнетушащих веществ фирмы.

Методические рекомендации рассчитаны на применение их специалистами медицинской службы на следующих этапах:

- медицинский отбор и определение индивидуальной устойчивости к кислородному голоданию умеренных степеней;
- медицинское наблюдение за персоналом, работающим в условиях гипоксической гипоксии;
- проведение специальных тренировок по повышению устойчивости к гипоксии;
- проведение санитарно-просветительной и медицинской подготовки лиц, работающих в искусственных газовых средах с пониженной концентрацией кислорода;
- инструктаж по соблюдению медицинских аспектов техники безопасности при нахождении в условиях гипоксической гипоксии и обучение персонала правилам оказания само- и взаимопомощи в аварийных ситуациях.

Разработанные мероприятия позволяют комплексно решать вопросы обеспечения безопасности работы в условиях измененной газовой среды:

- своевременно выявлять лиц с пониженной устойчивостью к гипоксии или имеющих медицинские противопоказания к работе в изменённой газовой среде;
- проводить профилактические мероприятия, направленные на повышение функциональных резервов организма и снижение риска осложнений;
- проводить санитарно-просветительные мероприятия;
- осуществлять постоянное медицинское наблюдение за персоналом;
- обучать правилам пользования средствами индивидуальной защиты, а также основам оказания само- и взаимопомощи.

2. ВВЕДЕНИЕ

Пожар всегда был одним из факторов, который мог привести к полной потере хранимых ценностей или их частичному повреждению. Поэтому важным аспектом обеспечения противопожарной безопасности на складах и производствах, является применение эффективных систем противопожарной защиты и пожаротушения. Однако большинство существующих систем основано на использовании различных огнетушащих жидкостей. Включение таких систем в задымлённых, но не затронутых пожаром помещениях, может привести к повреждению и выходу из строя дорогостоящей электроники, что в свою очередь приведёт к остановке работы предприятия. Кроме того, восприимчивые к дыму товары, например, пищевые продукты или одежда, могут быть испорчены уже в ранней фазе пожара, культурные ценности могут быть безвозвратно повреждены продуктами горения, например, сажей. Таким образом, становится понятным, что для того, чтобы предотвратить пожар обычных систем противопожарной защиты и пожаротушения недостаточно. В связи с этим в настоящее время всё большую популярность приобретают системы, основанные на применении газовых огнетушащих веществ, принцип работы которых основан на создании искусственной гипоксической среды, в которой возгорание и горение большинства легко воспламеняемых материалов становится невозможным.

Однако в процессе эксплуатации такого рода систем противопожарной защиты работники предприятия постоянно или периодически подвергаются воздействию гипоксии различной степени.

Таким образом, перед руководством предприятий и медицинской службой возникает новый круг задач по обеспечению безопасности и безвредности воздействий новых условий труда на персонал.

В процессе разработки систем противопожарной защиты был проведен целый комплекс исследований, в том числе и медицинских, по обоснованию требований к газовому огнетушащему веществу (ГОТВ) “Oxy Reduct”, конструктивному исполнению защищаемых помещений, мерам контроля и сигнализации, а также к медицинским мероприятиям по отбору, специальной подготовке (обучение их правилам работы, способам оказания помощи и использованию средств защиты) и постоянному медицинскому контролю за состоянием здоровья работающих.

Работа в условиях измененной газовой среды с пониженным содержанием кислорода относится к числу специальных видов деятельности и требует с одной стороны хорошего знания медицинских аспектов влияния недостатка кислорода на организм человека, а с другой – строго выполнения правил безопасной работы.

Наибольший опыт медицинского обеспечения безопасности работы в гипоксической среде накоплен в авиационной медицине, в том числе при создании коллективных и индивидуальных средств защиты в гражданской и военной авиации.

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА (ГОТВ) «OXYREDUCT»

3.1. Основные принципы работы системы пожарной безопасности фирмы «WAGNER Alarm-und Sicherungssysteme GmbH».

Система пожарной безопасности, основанная на применении ГОТВ «Oxy Reduct», обеспечивает противопожарную защиту путём снижения и непрерывного поддержания в защищаемом помещении концентрации кислорода ниже значений, при которых возможно возгорание горючих материалов. Принцип действия заключается в увеличении концентрации азота в воздушной среде защищаемого помещения. Азот вытесняет кислород, в результате снижается концентрация кислорода в воздухе, в связи с чем уменьшается вероятность возгорания различных материалов. Кроме того, в случае необходимости экстренного пожаротушения данная система осуществляет дополнительную подачу азота и, как следствие, более выраженное снижение концентрации кислорода в помещении.

3.2. Общие сведения о газовом огнетушащем веществе «OxyReduct»

Газовое огнетушащее вещество (ГОТВ) «OxyReduct» получают из атмосферного воздуха способом мембранного разделения газов. Указанный способ предусматривает физическое разделение воздуха за счет различных коэффициентов проницаемости азота и кислорода через полимерную мембрану. Движущей силой разделения является разность парциальных давлений газов на мембране.

При этом химические превращения не происходят, дополнительные реактивы и материалы не применяются. Состав ГОТВ «OxyReduct» указан в таблице 1.

Таблица 1

Состав ГОТВ «OxyReduct»

Наименование показателя	Значение показателя
Объемная доля азота, %, не менее	95
Объемная доля кислорода, %, не более	5
Содержание водяного пара	Соответствует точке росы 3 °С
Содержание масла	не более 3 мг/м ³

Основным компонентом ГОТВ «OxyReduct» является газообразный азот. Газообразный азот – инертный газ без цвета и запаха плотностью 1,25046 кг/м³ при 0 °С и давлении 101,3 кПа.

Озоноразрушающий потенциал ГОТВ «OxyReduct» равен нулю.

3.3. Оборудование для получения ГОТВ «OxyReduct».

ГОТВ «OxyReduct» получают по технологии и на оборудовании фирмы «WAGNER Alarm-und Sicherungssysteme GmbH», Германия. Основным конструктивным элементом оборудования типа «Nitrogen generator WAGNER OR» является мембранный газоразделительный модуль.

На рисунке 1 приведена блок схема системы противопожарной защиты объектов на основе применения газового огнетушащего вещества (ГОТВ) “Oxy Reduct”, получаемого по технологии и на оборудовании фирмы “WAGNER Alarm-und Sicherungssysteme GmbH” (Германия).

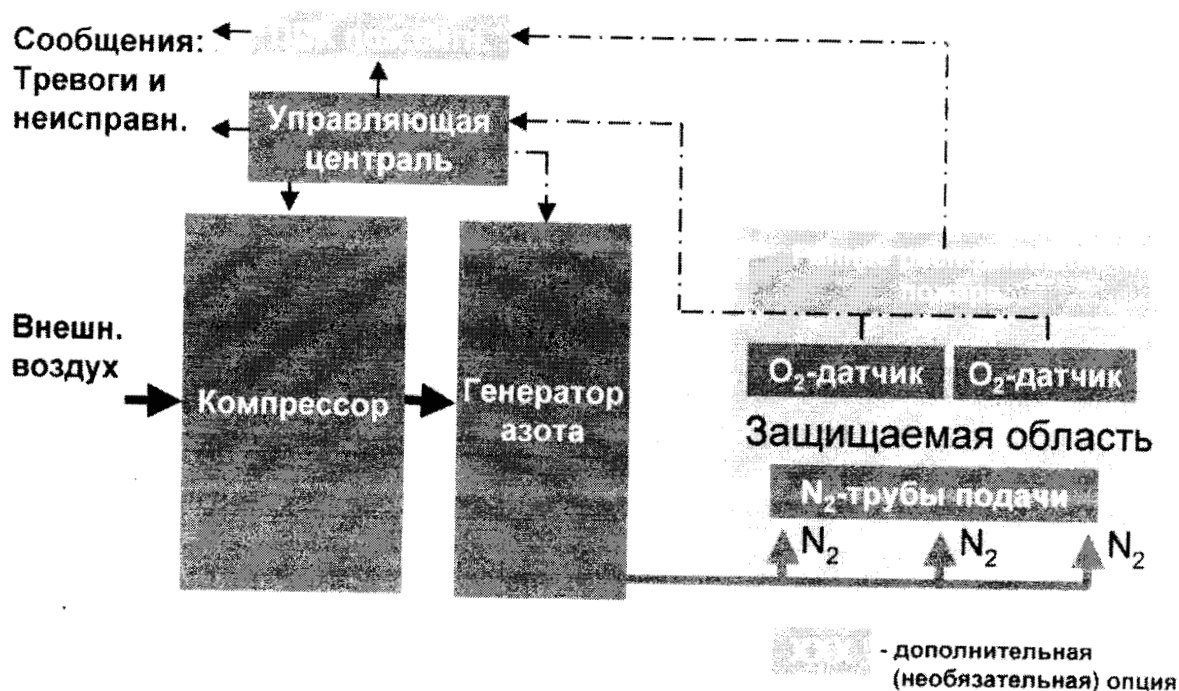


Рис. 1. Блок схема системы противопожарной защиты объектов на основе применения газового огнетушащего вещества (ГОТВ) “Oxy Reduct”.

Принцип работы мембранного газоразделительного модуля в упрощенном виде заключается в следующем: предварительно атмосферный воздух поступает в компрессор и фильтр, где происходит его очистка от паров воды и посторонних механических включений (пыли, масла и т.п.), а также сжатие до давления 8,5 - 10 кгс/см².

Затем он подается в полость полимерных мембран, где происходит разделение поступающего воздуха на два потока: поток газов, проникших через мембрану (ГОТВ «OxyReduct») и остаточный поток газов (обогащенный кислородом воздух). Изменение производительности оборудования (ГОТВ «OxyReduct», м³/час) осуществляется применением в составе мембранного блока различного количества однотипных разделительных мембран.

3.4. Характеристика защищаемых помещений.

Основными требованиями, предъявляемыми к помещениям, в которых с целью предупреждения возгорания создаётся искусственная газовая среда, являются:

- достаточная герметичность;
- замкнутое кондиционирование воздуха;
- обеспечение подачи наружного воздуха к установке;
- минимизация поступления наружного воздуха – шлюзование.

ГОТВ «OxyReduct» рекомендуется применять для противопожарной защиты помещений без постоянного пребывания людей. Периодическое посещение таких помещений людьми может производиться в соответствии с настоящими медицинскими рекомендациями на применение ГОТВ «OxyReduct».

При подготовке помещений проводятся мероприятия по их герметизации: уплотняются кабельные входы; двери и окна имеют уплотнения в притворах; двери оборудуются доводчиками; устраняются технологически необоснованные проемы и т.п.

Герметичность помещения проверяется вентиляционным методом типа «Fan test» или «Blowerdoor» в соответствии с ISO 14520. При проведении вентиляционных испытаний помещений с помощью источника дыма (дымовой карандаш) следует произвести поиск неучтенных постоянно открытых проемов. Обнаруженные проемы герметизируют.

Герметичность помещения оказывает существенное влияние на экономические показатели противопожарной защиты с помощью ГОТВ «OxyReduct»: расходные характеристики, стоимость оборудования, потребление электроэнергии, а также на гигиенические условия в соседних помещениях, в которых может снижаться содержание кислорода при повышенной утечке газового огнетушащего вещества.

Защищаемое помещение должно входить в состав объекта, где оборудование установки типа «Nitrogen generator WAGNER OR» может быть обеспечено электроснабжением по I категории согласно «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ). Электроснабжение оборудования от резервного фидера должно обеспечивать максимальное энергопотребление ($W_{\text{макс}}$, кВт/сутки) в течение не менее 24 часов.

3.5. Характеристика применяемого оборудования.

Производительность оборудования ГОТВ «OxyReduct», необходимого для конкретного объекта осуществляется расчетным методом с применением программного продукта «Oxy-Calc», редакция 1.00.00 ВЕТА. Основными исходными данными для расчета являются:

- защищаемый объем, (м^3) и высота помещения, (м);
- периодичность посещения людьми за сутки;
- эквивалентный постоянно открытый проем (ELA), м^2 , коэффициент n_{50} ;
- распределение открытых проемов по высоте помещения;
- характеристики ветровой нагрузки в области размещения защищаемого объекта;
- количество стен, открытых для ветровой нагрузки;
- характеристики горючих материалов;
- климатические характеристики.

Программа позволяет также выбрать оборудование для защиты нескольких рядом стоящих помещений.

Важным показателем, характеризующим производительность оборудования, является - **эквивалентный постоянно открытый проем (ELA)**. Его значение определяется вентиляционным методом в соответствии с ISO 14520. Метод предусматривает наддув защищаемого помещения атмосферным воздухом от вентилятора. Расход воздуха изменяется ступенчато от 0 до 200 $\text{м}^3/\text{час}$. При этом измеряют повышение давления в помещении (Па). Повторяют эксперимент, при этом вентилятор откачивает воздух из помещения. Измеряют понижение давления в помещении (Па).

Обработка экспериментальных данных позволяет получить эквивалентную (суммарную) величину постоянно открытого проема (ELA), а также коэффициент n_{50} , который используется в качестве исходного параметра для расчета.

Результатом расчета являются:

- выбор оборудования по производительности ГОТВ «OxyReduct» ($\text{м}^3/\text{час}$);
- определение энергопотребления оборудования (среднее значение $W_{\text{ср}}$, кВт/сутки; максимальное значение $W_{\text{макс}}$, кВт/сутки).

При необходимости предусматривают резервирование оборудования или отдельных его блоков (элементов).

Оборудование размещают в отдельном (рабочем) помещении. Рекомендуется подачу воздуха в это помещение производить через приточно-вытяжную вентиляцию, снабженную фильтром предварительной очистки воздуха от механических примесей

(пыль, масло и т.п.). Наличие такой предварительной очистки воздуха позволяет увеличить периодичность замены фильтров тонкой очистки в составе оборудования.

Атмосферный воздух в зоне его забора независимо от принятого в проекте способа охлаждения компрессоров не должен содержать вредных веществ (например, горючей или агрессивной пыли), воспламеняющихся или взрывоопасных паров, токсичных газов или промышленных выбросов газообразных продуктов. Обычно это достигается размещением заборных устройств воздуха. При повышенном загрязнении воздуха предусматривают дополнительные фильтры предварительной очистки.

На выходе из мембранного газоразделительного модуля подключается два трубопровода:

- трубопровод подачи ГОТВ «OxyReduct» в защищаемое помещение. Если одна установка обеспечивает противопожарную защиту двух или более помещений, то трубопровод подачи ГОТВ «OxyReduct» в каждое помещение оснащают распределительным клапаном с электромагнитным управлением;

- дренажный трубопровод для сброса остаточного потока газов, обогащенных кислородом (обычно около 25...30 % об.), за пределы помещения с оборудованием. Сброс газа из дренажного трубопровода производят на высоте от путей перемещения людей не менее 3 м. Сбросное отверстие трубопровода оборудуют зонтиком, исключающим его засорение снегом или заполнение атмосферными осадками.

В рабочем помещении не следует хранить горючие жидкости, а также размещать горючие материалы в пределах 3 м от компрессора.

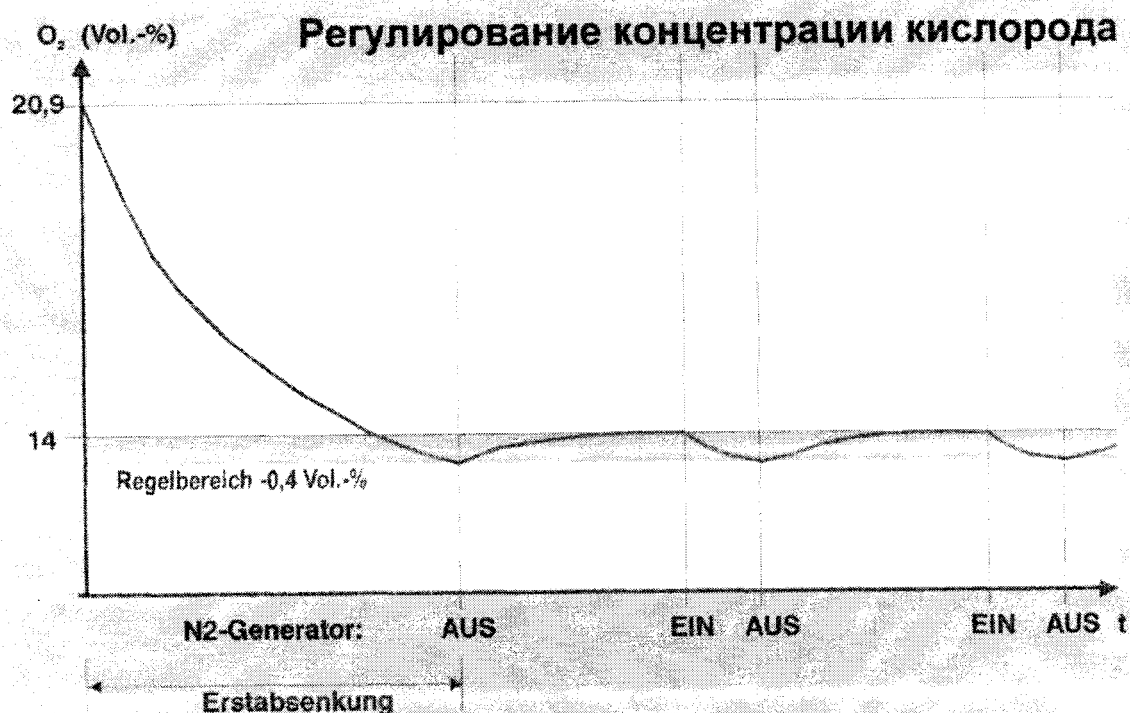
Рабочее помещение следует оборудовать системой пожарной сигнализации.

При мощности компрессора (в составе оборудования) до 100 кВт предел огнестойкости строительных конструкции должен составлять не менее 30 мин. Пол вокруг компрессора должен быть выполнен из негорючего материала. Негорючие материалы используются и при изготовлении трубопроводов компрессора.

При использовании компрессоров с мощностью более 100 кВт его размещают в отдельном (компрессорном) помещении, а для исключения повреждения оборудования предусматриваются меры по отводу тепла (воздушный или водяной способ отвода), выделяемого электроприводами компрессоров при их работе.

ГОТВ «OxyReduct» в защищаемое помещение подается по трубопроводу, имеющему перфорацию в пределах защищаемого помещения (объема). Диаметр проходных сечений трубопровода, симметричность размещения перфорированных отверстий подбираются так, чтобы обеспечить равномерное распределение ГОТВ «OxyReduct» в защищаемом объеме. Рабочее давление трубопровода – 16 кгс/см².

Газовый состав в помещении поддерживается автоматически с помощью модуля управления и сигналов от датчиков кислорода. На рисунке 2 и 3 приведены типовые профили регулировки концентрации кислорода в замкнутом объеме.



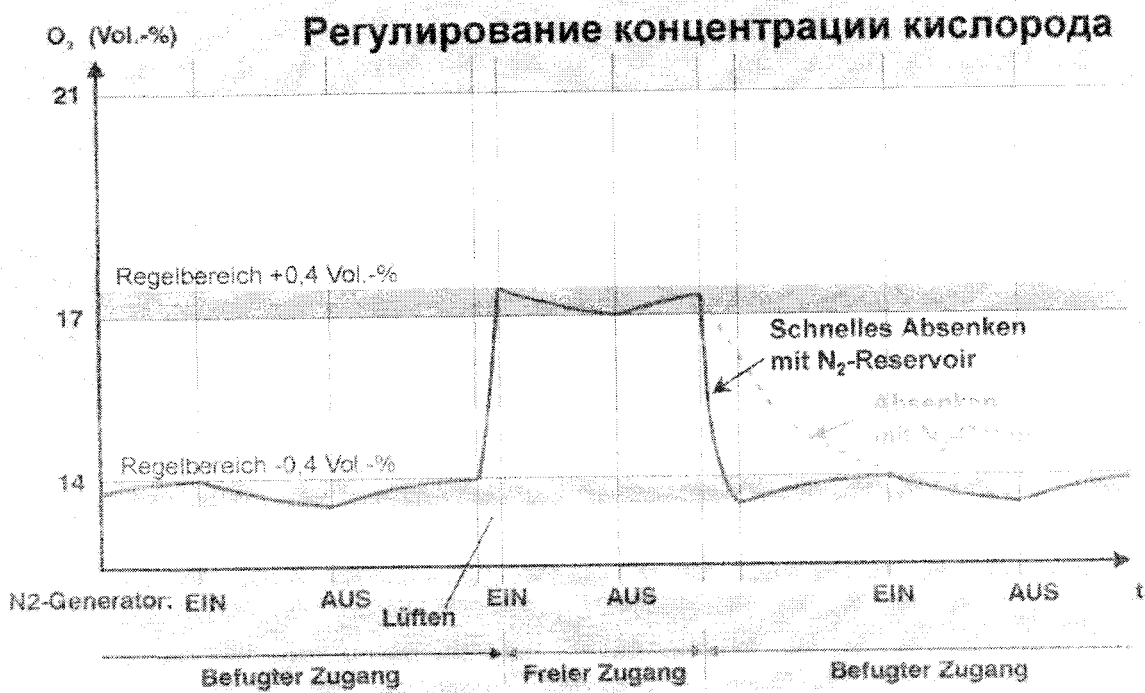
Постоянный уровень кислорода

Доступ для людей прошедших профилактическое медицинское обследование

Рис. 2 Постоянный режим регулирование концентрации кислорода в помещениях, оборудованных установками типа «Nitrogen generator WAGNER OR».

Профиль может быть постоянным на уровне заданной величины (рис.2) или переменный (рис. 3), который позволяет дифференцированно подходить к регулированию режимов газовой среды.

Переменный профиль необходим для помещений, в которых предполагается постоянное или временное присутствие персонала. Причем как видно на рис. 3 режим восстановления основного режима может быть как плавным, так и форсированным с быстрой подачей большого количества азота.



Переменный уровень

Рис. 3 Переменный режим регулирование концентрации кислорода в помещениях, оборудованных установками типа «Nitrogen generator WAGNER OR».

Принцип работы сенсорной системы контроля и регулирования концентрации кислорода в газовой смеси приведен на рис. 4.

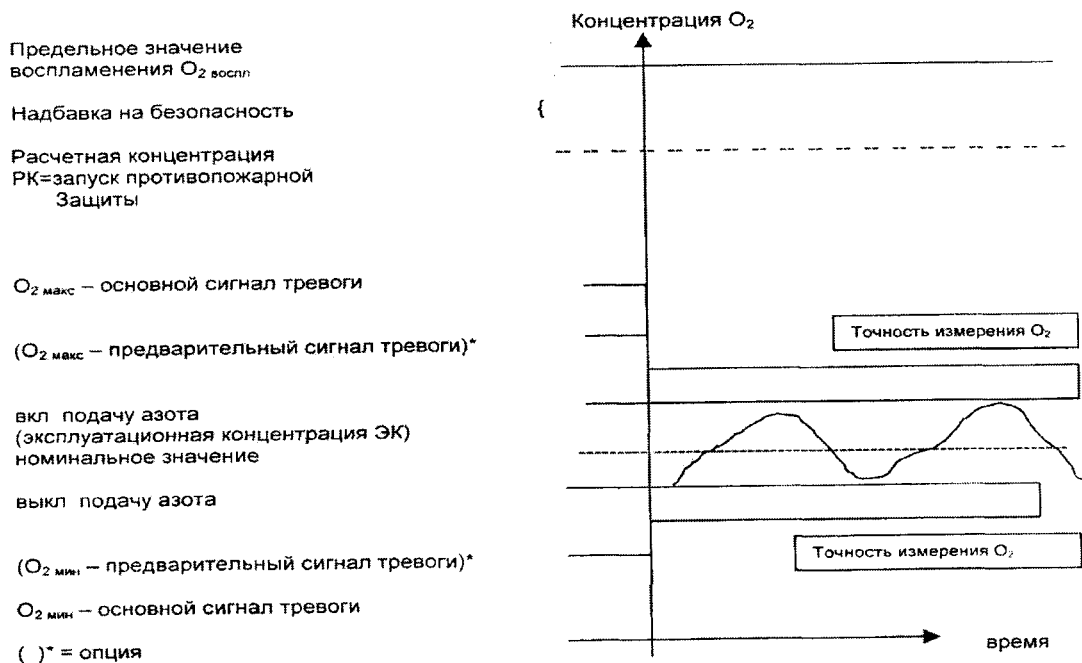


Рис. 4. Схема регулирования и тревожной сигнализации установки по снижению уровня содержания кислорода

Примечание:

Предельное значение воспламенения	Концентрация кислорода, при которой горючее вещество не может больше воспламениться в опытных условиях
Расчетная концентрация	Предельное значение воспламенения за вычетом надбавки на безопасность
O ₂ макс - основной/предварительный сигнал тревоги	Показатели тревожной сигнализации для максимальной концентрации O ₂
O ₂ мин - основной/предварительный сигнал тревоги	Показатели тревожной сигнализации для максимальной концентрации O ₂
участок безопасности	O ₂ воспл. > 15% по объему O ₂ → 1 % по объему O ₂ (~15% добавка средства тушения) O ₂ воспл. > 15% по объему O ₂ и горючей жидкости → 1,5 % по объему O ₂ (~20% добавка средства тушения)

3.6. Величина концентрации ГОТВ «OxyReduct».

Концентрация ГОТВ «OxyReduct» в защищаемом помещении выбирается и поддерживается с учетом типа горючих материалов, при этом снижение концентрации кислорода ($C_{ост}$) должно соответствовать такой степени, при которой воспламенение горючих материалов помещения не происходит.

В качестве ориентировочных величин для различных типов горючих материалов рекомендуется принять концентрации, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Величины концентраций ГОТВ «OxyReduct» для различных типов горючих материалов

Горючее вещество	Расчетная концентрация*, % об.	Максимальная допустимая температура окружающей среды, °С
Еловая древесина	15,0	--
Гофрированный картон	13,9	--
Картон	13,8	--
Кабель в оплетке из ПВХ	14,5	--
Полиэтилен	14,9	--
Полипропилен	13,9	--
n-гептан	11,5	25
Ацетон	11,2	25
Толуол	12,4	25
Метанол	9,5	25
Дизельное топливо	16,5	60

Примечание: * - расчетная концентрация для горючих материалов, не указанных в таблице 2, должна быть согласована с ВНИИПО МЧС РФ.

Выбор концентрации ГОТВ «OxyReduct» может подбираться и исходя из назначения защищаемого помещения. Рекомендуемые концентрации ГОТВ «OxyReduct» для различных типов защищаемых помещений указаны в таблице 3.

Таблица 3

Величины концентраций ГОТВ «OxyReduct» для различных типов помещений

Тип защищаемого помещения	Расчетная концентрация*, % об.
Библиотеки	14,0
Серверные и телекоммуникационные	14,5
Склады глубокой заморозки питания	14,5
Склады продуктов питания	14,5
Архивы электронных носителей данных	14,5
Архивы кино-фотоматериалов	14,5
Склады горючих жидкостей**	12,5
Помещения с оборудованием, в котором используются горючие жидкости**	12,5

* - расчетная концентрация для типов помещений, не указанных в табл. 3, должна быть согласована с ВНИИПО МЧС РФ.

** - только для горючих жидкостей с температурой вспышки не выше 28 °С.

Установки на основе ГОТВ «OxyReduct» имеют определенные ограничения и не должны применяться для тушения пожаров:

- волокнистых, сыпучих, пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри объема вещества при малой концентрации кислорода в воздухе (древесные опилки, хлопок, травяная мука и др.);

- химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха;

- гидридов металлов и пирофорных веществ;

- порошков металлов (натрий, калий, магний, титан и др.);

- горючих газов.

3.7. Схема регулирования и тревожной сигнализации при подаче ГОТВ «OxyReduct».

При подаче ГОТВ «OxyReduct» в помещение применяются схемы регулирования и тревожной сигнализации, пример которых приведен на рис. 1.

Измерение концентрации кислорода в помещении следует производить газоанализатором, обеспечивающим относительную погрешность измерения не более $\pm 1,5$ %. Газоанализатор должен быть сертифицирован. Поверка газоанализатора производится в соответствии с технической документацией на изделие, но не реже одного раза в год. При этом в паспорте газоанализатора должна быть сделана отметка о поверке с печатью Государственной поверки.

Эксплуатирующей организацией не реже одного раз в квартал производится калибровка газоанализатора с применением поверочной газовой смеси (ПГС – 96 % азота

и 4 % кислорода) или другой смеси в соответствии с требованиями технической документации на газоанализатор.

Газоанализатор рекомендуется размещать вне защищаемого помещения. Газоанализатор может входить в состав оборудования для получения ГОТВ «OxyReduct». Контроль за содержанием кислорода в защищаемом помещении должен осуществляться в непрерывном режиме. При снижении концентрации кислорода до уровня, опасного для человека, должна быть предусмотрена тревожная звуковая и световая сигнализация.

Схема размещения точек отбора проб газа для его подачи в газоанализатор должна обеспечивать контроль за содержанием кислорода во всех точках защищаемого объема.

Контроль содержания кислорода рекомендуется осуществлять аппаратурой, выполненной по принципу аспирационной системы. Такая система содержит перфорированные трубопроводы, которые размещены в защищаемом объеме и подключены к приборам типа «OXY-SENS». Схемы и конструкции трубопроводов уточняются с учетом местных условий применения.

В повседневной практике работы в подобных условиях достаточно наличия предупредительной сигнализации и знаний по технике безопасности и правил эксплуатации средств индивидуальной защиты.

Приборы типа «OXY-SENS» содержат помпу, с помощью которой всасывается газ из перфорированных трубопроводов, а также два сенсора кислорода с диапазоном измерения 10...22 % об. Сенсоры измеряют концентрацию кислорода и передают данные в управляющий модуль «OXY-CONTROL».

При концентрации кислорода в защищаемом помещении:

- менее 17 % об. должно включаться световое табло с надписью «Внимание. Пониженное содержание кислорода. Возможен только ограниченный доступ»;
- менее 13 % об. должно включаться световое табло с надписью «Газ. Уходи» и звуковая сигнализация. Одновременно при входе в защищаемое помещение должно включаться световое табло с надписью «Газ. Не входи».

3.8. Пожарная сигнализация.

Каждое защищаемое помещение должно быть оборудовано пожарной сигнализацией в соответствии с НПБ 88-2001*.

Специфика датчиков пожарной сигнализацией учитывает особенности системы противопожарной системы на основе ГОТВ «OxyReduct», при ее исправной работе, развитие пожара в условиях огнетушащей атмосферы практически не происходит. В случае появления источника зажигания (перегретый проводник тока, электрический дуговой разряд и т.п.), которые находятся вблизи пожарной нагрузки, возможно

появление продуктов пиролиза. При этом выделение тепловая энергия, дым и продукты пиролиза выделяются в незначительном количестве. Поэтому традиционно применяемые пожарные датчики могут быть неэффективны для распознавания активных источников зажигания.

Рекомендуется применять пожарные сигнализаторы с повышенной чувствительностью срабатывания в составе существующей аспирационной системы «OXY-SENS». На рис. 5 приведена схема прибора, оборудованного высокочувствительными датчиками на продукты пиролиза (дым и т.п.). В таком исполнении приборы типа «OXY-SENS» обнаруживают источник зажигания и передают сигнал на управляющий модуль «OXY-CONTROL» не только в период открытого горения, как большинство существующих сигнализаторов, но и на фазах воспламенения и даже пиролиза.

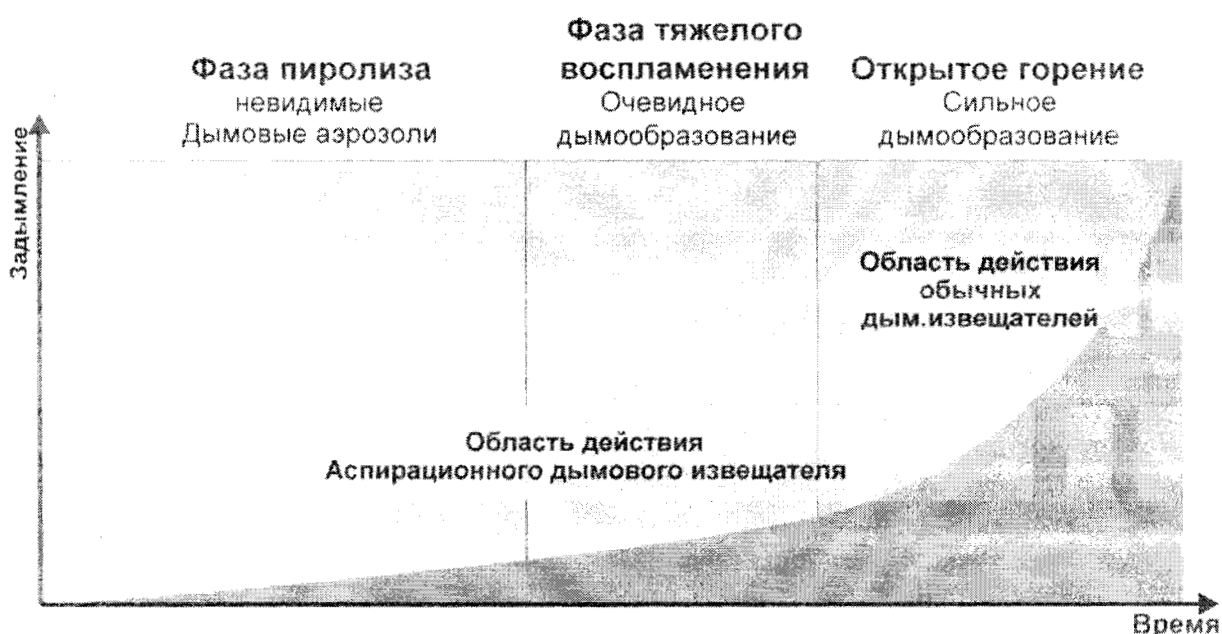


Рис. 5 Область действия систем обнаружения дыма.

Таким образом, объекты, оборудованные системами пожарной безопасности, являются герметичными, имеют систему формирования искусственной газовой среды, а также блоки контроля параметров данной среды, обнаружения очагов возгорания, систему автономного (ручного) экстренного пожаротушения.

С физиологической точки зрения применение в рабочих зонах газовых огнетушащих веществ «Oxy Reduct» представляет потенциальную опасность для здоровья персонала, выполняющего свои профессиональные обязанности в данных зонах. Поэтому основными требованиями к мерам безопасности в аварийных ситуациях должно быть наличие:

- системы непрерывного контроля состава газовой среды;
- предупредительной сигнализации;
- системы оповещения об активации опасных режимов;
- индивидуальных средств защиты.

Кроме того, для обеспечения безопасности персонала необходима реализация системы медицинских мероприятий по выявлению и разделению работников на лиц, имеющих противопоказания к работе в помещениях со сниженным содержанием кислорода, сотрудников, которым разрешено пребывание в помещениях с умеренной гипоксией, и наконец лиц высокоустойчивых к кислородному голоданию, регулярно проходящих специальное медицинское обследование и имеющих право работать в среде с содержанием кислорода до 13-14%.

Реализация такого дифференцированного подхода предполагает проведение комплекса медицинских мероприятий, возлагаемых на специалистов медицинского профиля.

Эффективность проводимых медицинских мероприятий в значительной мере зависит от информированности персонала, знания им физиологических основ влияния гипоксии на организм человека, симптомов возможных осложнений, а также навыков оказания само- и взаимопомощи.

4. ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИЗМЕНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ.

4.1 Терминология (ключевые понятия).

Гипоксия (hypoxia - от греч. hupo - ниже и лат. oxigenium кислород) – это физиологическое или патологическое состояние организма, обусловленное недостаточным снабжением тканей организма кислородом или нарушением его утилизации в процессе биологического окисления. Синоним этого термина в русском языке кислородное голодание или кислородная недостаточность.

Гипоксемия (hypoxaemia; греч. hupo – ниже, лат. oxigenum – кислород, греч. haema – кровь) – снижение содержания кислорода в артериальной крови до 60 мм рт.ст. и ниже.

Гиперкапния (hypercapnia; греч. hyper – сверх, греч. karpnos – дым) – повышение напряжения углекислого газа в артериальной крови выше 50 мм рт.ст.

Гипокапния (hipocapnia; греч. hupo – ниже, греч. karpnos – дым) – понижение напряжения углекислого газа в артериальной крови ниже 40 мм рт.ст

Гипоксическая среда (ГС), гипоксические условия (ГУ) – условия внешней

среды или рабочей среды, характеризующиеся сниженным парциальным давлением кислорода в окружающем воздухе.

Острое гипоксическое состояние (ОГС) – выраженное кислородное голодание, проявляющееся полной потерей работоспособности и утратой сознания.

Критическое гипоксическое состояние (КГС) - выраженное кислородное голодание от момента полной утраты сознания до развития стадии агонии.

Искусственная газовая среда (ИГС) – газовые смеси с пониженным процентным содержанием кислорода в условиях нормального давления.

Резервное время развития острого гипоксического состояния (РВ ОГС) – время сохранения работоспособности и сознания человека на конкретной высоте или в условиях искусственной газовой среды.

Парциальное давление – давление газа с учетом его концентрации и общего барометрического давления.

4.2. Физиологические и патологические эффекты при гипоксии.

В условиях гипоксической среды нарушается дыхание, т.е. процесс доставки и утилизации кислорода в организме и выведение углекислого газа.

Доставка кислорода в организм зависит от многих причин и, в частности, от:

- 1) содержания кислорода во вдыхаемом воздухе (парциального давления);
- 2) вентиляции альвеол;
- 3) условий диффузии кислорода через стенку альвеол;
- 4) кровоснабжения стенок альвеол;
- 5) скорости сатурации гемоглобина крови кислородом;
- 6) формы и положения кривой диссоциации оксигемоглобина;
- 7) скорости кровотока в капиллярах альвеол;
- 8) скорости кровотока (эритроцитов) в микрососудах;
- 9) количества эритроцитов, находящихся в единицу времени в единице длины (объема) микрососудов;
- 10) плотности сети микрососудов;
- 11) величины коэффициента диффузии и тесно связанного с ним коэффициента растворимости кислорода в данной ткани (клетке);
- 12) скорости потребления кислорода данной тканью (клеткой).

Учитывая вышеописанные факторы и обобщая существующие многочисленные классификации форм и типов кислородного голодания (гипоксии) по этиологическим, патогенетическим признакам и клиническим проявлениям, различают следующие основные варианты деления гипоксии:

1. По этиологии:

- экзогенная (гипобарическая – при понижении барометрического давления на высотах, нормобарическая – при нормальном давлении на уровне моря гипоксическая гипоксия) за счет снижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе;
- эндогенная за счет нарушения кислородно-транспортных систем организма (циркуляторная – при недостаточности кровообращения, гемическая – при пониженном содержании эритроцитов, гистотоксическая – при нарушении процессов утилизации кислорода в клетках, смешанная - при комбинации перечисленных причин).

2. По механизму развития:

- снижение парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе (гипоксическая гипоксия);
 - нарушение внешнего дыхания и кровообращения (респираторная);
 - нарушение дыхательной функции крови (гемическая);
 - снижение скорости доставки кислорода кровью к тканям из-за нарушения циркуляции крови (циркуляторная);
 - нарушение тканевого дыхания (гистотоксическая);
 - снижение напряжения кислорода в тканях и в венозной крови, возникающее в результате повышения нагрузки на систему дыхания вследствие увеличения потребления кислорода усиленно функционирующими клетками – гипоксия нагрузки.

3. По скорости развития:

- острая – развивающаяся в течение минут или секунд;
- подострая – в течение десятков минут и часов;
- хроническая гипоксия - в течение нескольких часов и дней.

Таким образом, на уровне современных представлений под гипоксической гипоксией следует понимать состояние, развивающееся вследствие снижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе. Такое состояние может возникать в условиях высокогорья, высотном полете, при создании разрежения в барокамере, дыхании обедненными кислородом газовыми смесями, в плохо вентилируемых помещениях и т.п.

4.3. Физиологические эффекты влияния гипоксии на организм человека.

Снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе приводит к развитию артериальной гипоксемии, которая является пусковым механизмом развития гипоксического состояния. Это состояние является пусковым механизмом для развития компенсаторно-приспособительных реакций в организме, характеризующихся со стороны

дыхательной системы: увеличением минутного объема дыхания (МОД) за счет увеличения частоты и (или) глубины дыхания;

сердечно-сосудистой системы: увеличением частоты сердечных сокращений, ударного и минутного объёмов кровообращения, расширение сосудов мозга и сердца, сужения сосудов брюшной полости и мышц, повышение систолического артериального давления;

центральной нервной системы: повышается возбудимость структур головного мозга, уменьшаются пороги возбуждения, возбудительные процессы преобладают над тормозными; развивается состояние эйфории, снижается способность к сосредоточению, появляется двигательное беспокойство, нарушается координация тонких движений, снижается способность к критической оценке своего состояния и окружающей обстановки.

Описанные выше физиологические изменения относятся к компенсаторным реакциям организма, направленным на адаптацию к новым условиям деятельности. Мобилизация аппарата кровообращения и дыхания относится к неспецифическим компонентам стресс-реакции, реализующейся за счёт активации симпатoadреналовой и гипоталамо-гипофизарной системы. Однако избыточно выраженная стресс-реакция за счет катаболического действия может приводить и к срыву адаптивных процессов в организме.

Поэтому клиническая картина гипоксической гипоксии зависит от выраженности снижения концентрации кислорода во вдыхаемом воздухе и обусловленного этим уменьшения парциального напряжения кислорода в альвеолярном воздухе и артериальной крови. Кроме того, следует учитывать основные фазы или стадии гипоксического состояния, развитие которых зависит от силы выраженности гипоксии (лёгкая, средняя, выраженной степени).

Первая фаза переносимой гипоксии от момента ее развития до возникновения нарушений работоспособности и сознания имеет следующие стадии:

- стадию возбуждения (эйфории);
- стадию полной компенсации;
- стадию неполной или частичной компенсации;
- стадию срыва компенсации с физиологическими и психологическими эффектами.

Продолжительность этой фазы гипоксии зависит от выраженности снижения концентрации кислорода в воздухе, длительности воздействия и индивидуальной

переносимости. Суммарную продолжительность этих стадий принято называть «резервным временем» сохранения работоспособности и сознания.

В случае несвоевременного оказания помощи в условиях гипоксии выраженной степени, эквивалентной высотам более 6500 м развивается вторая фаза - стадия утраты работоспособности и сознания, которая может проявляться в виде углубления физиологических и психологических эффектов в форме стопора, комы 1, комы 2 и сопровождаться судорогами.

При дальнейшем углублении кислородного голодания может развиваться третья фаза - стадия агонии, которая может заканчиваться четвертой фазой - состоянием клинической смерти и последующей гибели организма.

Следует отметить еще один аспект физиологических реакций в организме, связанный с влиянием гипоксии, это развитие гипервентиляции, которая приводит к гипокапнии, что может обуславливать возникновение так называемого «периодического дыхания», проявляющегося в неравномерности дыхания по глубине и частоте. По мере уменьшения резервов бикарбонатов в организме отмечается снижение МОД, возникающий дыхательный алкалоз вызывает торможение дыхательного центра, вплоть до остановки дыхания. Состояние гипокапнии приводит также к развитию торможения в сосудодвигательном центре, в результате компенсаторная тахикардия сменяется брадикардией, снижаются минутный и ударный объёмы сердца. Сдвиг кислотного равновесия в сторону алкалоза на фоне снижения частоты дыхания и сердечных сокращений приводит к снижению кровоснабжения и доставки кислорода к головному мозгу. В связи с тем, что центральная нервная система, в особенности её филогенетически более молодые структуры, очень чувствительна к недостатку кислорода, развивается декомпенсация, характеризующаяся нарастанием процессов торможения, которое иррадирует по коре мозга, переходит в подкорковые структуры. Нервные процессы становятся инертными. У человека снижается умственная работоспособность, ухудшается память, снижается острота зрения, появляется сонливость. В тяжелых случаях могут возникнуть судороги и нарушение сознания. По мере углубления гипоксии происходит угасание биоэлектрической активности мозга, свидетельствующее о структурных повреждениях нейронов.

Развитие гипоксической гипоксии приводит к нарушению функций анализаторов. Страдают тактильная, температурная, проприоцептивная чувствительность, снижается обоняние, вкус, нарушается функция вестибулярного аппарата. Слух у человека, даже при выраженном гипоксическом состоянии, сохраняется дольше, чем функции других анализаторов. Наиболее значительно изменяется функция зрительного анализатора. У

некоторых людей уже на высотах 1 500 - 2 000 м обнаруживается нарушение сумеречного зрения. Начиная с высоты 3 000 м нарушается пространственное зрение. На высотах 5 000 м и более страдает глубинный глазомер, острота зрения, контрастная чувствительность, снижается цветовосприятие, особенно зеленого и синего цвета. В основе изменений функций анализаторов лежит нарушение баланса между возбуждением и внутренним торможением, развитие охранительного торможения в коре и подкорке.

Нарушение функций ЦНС и других физиологических систем организма приводят к снижению физической, интеллектуальной и операторской работоспособности человека. Характер и выраженность изменений работоспособности зависит от степени гипоксии, времени ее воздействия, индивидуальной устойчивости человека к дефициту кислорода.

Особенность гипоксического состояния экзогенной природы состоит в том, что упомянутые четыре фазы вплоть до клинической смерти являются обратимыми, при устранении причины и грамотного применения дополнительных способов оказания помощи возможно практически полное купирование проявлений кислородного голодания. Наиболее простым и эффективным методом оказания помощи является устранение фактора, вызвавшего кислородное голодание и подача воздушной смеси с нормальной или повышенной концентрацией кислорода.

Таким образом, компенсаторно-приспособительные реакции организма позволяют человеку успешно адаптироваться к легким и умеренным степеням гипоксии. В повседневной жизни мы часто сталкиваемся с гипоксическими состояниями, например, при полётах на самолётах, где концентрация кислорода в воздухе составляет приблизительно 16%, что соответствует высоте в 1500-2000 м, что позволяет пользоваться авиатранспортом даже людям с нарушениями здоровья.

Кроме того, в последнее время активно используются в качестве лечебных или профилактических мероприятий тренировки в условиях барокамеры (на высотах 1500-3500 и 3500-5000 м) и в наземных условиях при дыхании гипоксическими смесями с концентрацией кислорода от 12% до 10%, что эквивалентно данным высотам. Следовательно, гипоксическая гипоксия умеренной степени является физиологически переносимой, и более того, при правильном режиме и дозе воздействия гипоксическая гипоксия может оказывать лечебное воздействие.

4.4. Клинико-физиологические эффекты влияния гипоксии на организм человека.

На основе исследований, проведённого медицинским соисполнителем разработчика системы противопожарной защиты на основе OxyReduct®(Институт профессиональных заболеваний и заболеваний, вызванных влиянием окружающей среды при Университете им.

Людвига Максимилиана (УЛМ), г. Мюнхен), а также после анализа и обобщения обширной литературы были сформулированы медицинские требования к режимам работы систем противопожарной защиты и следующие рекомендации по практическому использованию методики OxyReduct®:

Работа с установкой OxyReduct® сопоставима с исследованиями парциального давления кислорода при:

13 объемн % - на высоте 3600 м

15 объемн. % - на высоте 2600 м,

17 объемн. % - на высоте 1600 м.

При этом нужно учитывать парциальное давление паров воды, которые в трахеальном воздухе при температуре тела 37 °С составляют 47 мм рт.ст.

Формула расчета парциального давления в трахеальном воздухе приведена ниже.

$$P_{1 \text{ тр } O_2} = (B-47)*F_{O_2},$$

где $P_{1 \text{ тр } O_2}$ – парциальное давление кислорода в трахеальном воздухе;

B – барометрическое давление на наземных условиях;

47 – поправка на парциальное давление паров воды при температуре тела 37 °С

F_{O_2} процентное содержание кислорода в газовой смеси.

Соответственно формула расчета эквивалентной высоты имеет следующий вид

$$В_{\text{экв}} = (P_{1 \text{ тр } O_2} : 0,21) + 47$$

Где $В_{\text{экв}}$ – эквивалентное барометрическое давление на высоте

$P_{1 \text{ тр } O_2}$ – парциальное давление кислорода в трахеальном воздухе при использовании гипоксической смеси;

47 – поправка на парциальное давление паров воды при температуре тела 37 °С

0,209 – процентное содержание кислорода в воздухе на эквивалентной высоте (20,9%)

С учетом полученных данных расчета эквивалентного барометрического давления по стандартной атмосфере может быть определена эквивалентная высота при дыхании воздухом.

Следует обратить внимание, что приведенные выше эквивалентные высоты рассчитаны применительно к величине барометрического давления на уровне моря, т.е. при давлении 760 мм рт.ст. В реальной жизни величина барометрического давления даже в одной и той же местности может колебаться в достаточно больших пределах – до 20-30 мм рт.ст. При постоянстве регулируемой концентрации кислорода в искусственной газовой смеси это означает достаточно ощутимое колебание эквивалентной высоты в пределах 200 м. Чем меньше барометрическое давление, тем более выражена гипоксия.

Указанные выше эквивалентные высоты относятся к умеренным, на такой высоте люди постоянно живут и работают. Однако это достигается за счет адаптационных процессов. У большинства лиц только что прибывших в горные районы с такой высотой будут отмечаться достаточно выраженные проявления от недостатка кислорода.

На высотах 1600- 1800 м (соответствует смеси 17%) такие проявления будут умеренными и проявляться при выполнении физической работы. На высотах 2600-2800 м (соответствует смеси 15%) – проявления будут выражены уже значительно, а у лиц с парциальной недостаточностью здоровья возможны обострения.

Наконец на высотах 3600-3800 м (соответствует смеси 13%) – выраженность проявлений так называемой горной болезни будет еще более заметна.

С непродолжительным острым воздействием кислородного голодания, эквивалентного высотам 1500- 1700 м (соответствует смеси 16-17%) многие сталкиваются при полете на большинстве современных комфортабельных самолетов гражданской авиации, давление в салоне которых поддерживается именно на этом уровне. Подавляющее число пассажиров безболезненно переносит такую гипоксию, находясь в покое или при выполнении легкой работы при передвижении по салону, в течение всего полета длительностью от 4 до 8 часов и более. Такой режим давления в салоне является допустимым для пассажиров, в том числе детей, пожилых людей и лиц с парциальной недостаточностью здоровья.

Высоты 2500-2600 м, соответствующие смеси 15%, встречаются на малогабаритных самолетах гражданской авиации типа Як-40, Ан-24 и т.п., и они также легко переносятся пассажирами в пределах длительности полета – 2-4 часа.

Предельно-допустимой величиной давления в кабине самолетов является высота от 3500-3700 до 4000 м (соответствует смеси 13-12%). Такая высота уже способна оказывать на пассажиров с парциальной недостаточностью здоровья заметное воздействие, но она переносима и после ее воздействия вся возможная симптоматика после обычного или продленного отдыха полностью проходит.

Такая высота является допустимой на случай аварийной ситуации в полете, связанной с разгерметизацией кабины. Согласно международным правилам экипаж самолета в случае нарушения герметичности кабины обязан снизиться на эту высоту и продолжать полет до ближайшего аэродрома. Все полеты в негерметичных салонах проводились и проводятся на таких высотах. Хотя у ряда пассажиров в полете могут отмечаться симптомы выраженного напряжения приспособительных реакций организма, а также жалобы на головную боль усталость и т.п. Это полностью относится и к современным самолетам и вертолетам, не имеющих гермокабины.

Именно многолетний опыт гражданской и военной авиации позволил достаточно точно дифференцировать степень влияния различных высот на организм летного состава и пассажиров, обосновать допустимые, предельно-допустимые и предельно переносимые высоты.

При этом летный и летно-подъемный состав обязан ежегодно проходить медицинское обследование на предмет летной годности к полетам, включая и требования по переносимости кислородного голодания. Причем в военной авиации раз в два - три года обязательно проводятся барокамерные подъемы на высоту 5000м.

Для летчиков военной авиации дополнительно проводятся ознакомительные подъемы на высоту 5000-6000 м в России, а в странах НАТО – до 7500 м.

Для летного состава гражданской авиации России ежегодные обязательные подъемы отменены, однако каждый летчик обязательно проходит высотные обследования при поступлении в летное училище, а также по медицинским показаниям. В качестве информативной пробы прогноза устойчивости к кислородному голоданию в поликлиниках и госпиталях гражданской авиации обязательно проводят велоэргометрическую пробу в режиме PWC-170.

Разработчики систем противопожарной защиты на основе OxyReduct, внедряя в практику на территории Германии, ориентировались на Немецкое законодательство в области охраны труда, которое обязывает каждого работодателя предпринять меры по минимизации опасности, угрожающей его работникам. В соответствии с этим при обосновании параметров гипоксической смеси систем противопожарной защиты на основе «OxyReduct» основное внимание уделили компромиссному выбору: смесь должна быть достаточно эффективна с позиций профилактики возгорания, и безопасной для персонала, который по роду своей деятельности вынужден, будет постоянно или временно находиться в помещении с гипоксической средой.

В основу безопасности положены физиологические критерии, которые с одной стороны свидетельствуют, что недостаток кислорода во внешней среде уже в течение нескольких минут приводит к снижению уровня насыщения крови кислородом, которое, в свою очередь, может компенсироваться у здоровых людей за счет функций дыхания или кровообращения. При этом нагрузка на организм возрастает до своего максимального уровня в самые первые часы. С другой стороны, ежедневная многочасовая, перемежающаяся гипоксия и постоянное нахождение в атмосфере, бедной кислородом, ведет также к высотной акклиматизации – повышению эффективности сердечно-сосудистой системы, системы кровообращения, дыхательных путей и кроветворения и повышению переносимости гипоксии.

Согласно требованиям разработчиков оборудования «OxyReduct», весь персонал, который будет обслуживать установку OxyReduct® должен подвергаться медицинскому обследованию при 13-18 объемн.% кислорода. Главной задачей такого требования является необходимость своевременного выявления лиц с опасностью декомпенсации хронического заболевания (в частности, это касается болезней сердца, легких, а также заболеваний, связанных с образованием красных кровяных телец), которые неизвестно работнику, или тяжесть которых им оценивается неправильно.

Опыт обследования персонала установок OxyReduct показал, что с медицинской точки зрения необходимо учитывать следующие рекомендации и ограничения:

1. Кратковременное воздействие на высшие функции головного мозга здорового человека содержания кислорода в 13 объемн. % можно оценить как незначительное, тем не менее, возможно субъективно не осознаваемое - ухудшение контроля над состоянием равновесия, в положении стоя, вследствие чего, при работе, связанной с опасностью падения, необходимо предпринять соответствующие меры безопасности.

2. В условиях гипоксии ниже 15 объемн.% кислорода, существует вероятность выявления лиц (до 20 % обследованных пациентов), у которых возможно появление начальных симптомов так называемой острой боязни высоты, проявляющейся в виде выраженной головной боли, а также головокружением, отсутствием аппетита, тошноты и необычной вялостью, причем бессимптомная фаза может длиться до 6 часов. После выявления первых симптомов острого приступа боязни высоты и проявления синдрома «Счастливой Луизы» при степени самооценки > 3 с головной болью в качестве доминирующего симптома пациент должен покинуть установку. При этом исключается угроза развития или сохранения опасности для организма человека. Лицам, у которых симптомы острого приступа боязни высоты проявлялись уже в ходе предыдущих обследований, не рекомендуется находиться в установке Oxyreduct® при указанных условиях.

3. Лица, страдающие заболеваниями сердца, легких и крови, должны проходить медицинское обследование перед приемом на работу. Врач должен попытаться распознать соответствующие факторы риска при помощи опросного листа, а при необходимости назначить дополнительные исследования с целью оценки индивидуальных факторов риска.

Опасность гипоксии особенно велика для лиц с заболеваниями сердца в первые часы, поскольку в это время наблюдаются наиболее значительные изменения газового состава крови, частоты сердечных сокращений, артериального давления и т.д.

Пациенты, страдающие известными *тяжелыми* коронарными болезнями сердца и выраженной стенокардией напряжения, а также лица, страдающие хронической сердечной

недостаточностью, испытывающие затруднения при повышенных нагрузках (подъем в гору), а также при минимальных нагрузках (ходьба по ровной поверхности) - классы I1/I11 - не должны находиться в установке Oxyreduct® с профилактической точки зрения при уровне гипоксии в 13-15 объемн. % кислорода. То же относится к лицам, страдающим нарушениями сердечного ритма, связанными с потенциальной опасностью для жизни и приведшими хотя бы один раз к возникновению критической ситуации или к госпитализации. У таких пациентов может наступить ухудшение работы сердца.

4. У лиц, имеющих легочные заболевания, в процессе работы на установке «Oxyreduct» в условиях гипоксии (при 13-15 объемн. % кислорода) не выявлено существенных изменений в статических и динамических характеристиках дыхательного процесса. Тем не менее, также, как и у здоровых людей, указанные параметры гипоксии могут привести к снижению парциального давления кислорода, а по причине гипервентиляции также и к снижению уровня P_aCO_2 в крови. При соблюдении консервативных предельных значений Европейского общества респираторных болезней ($P_aO_2 > 55$ mm ртутного столба во время исследования), вероятно можно пренебречь субъективными симптомами внутри установки Oxyreduct®. Как полагает Американское Торакальное общество, параметры ниже указанных также приемлемы с точки зрения требований здравоохранения, так что соблюдение указанных предельных величин предоставляет своего рода резерв для маневра. В сомнительных случаях можно рекомендовать применение формулы регрессии и прямое выявление в ходе медицинского обследования

5. Анемия и другие заболевания крови тоже представляет собой фактор риска при работе в условиях гипоксии. Поскольку в данном случае важную роль играют вопросы скорости возникновения и адаптивные способности организма, равно как и функции сердечной и легочной систем, нахождение в атмосфере, бедной кислородом, должно регулироваться на индивидуальной основе. Дрепаноцитоз представляет собой противопоказание для нахождения в установке. Если эритроцитоз вызван хроническим недостатком кислорода или потенциально злокачественной автономией образования красных кровяных телец, то следует воздержаться от занятий трудовой деятельностью при условии содержания кислорода ниже 13-15 объемн. %.

6. Беременность до 30 недель допускается к полетам на регулярных авиарейсах в качестве пассажиров. Считается, что уровень гипоксии, эквивалентный давлению в кабине как на высоте в 2500 не представляет собой проблем, как для матери, так и для ребенка. Тем не менее, в индивидуальных случаях их возникновение нельзя полностью исключить. Из соответствующей литературы известно, что на высоте примерно 1500 т,

соответственно при уровне содержания кислорода 17 объемн.% и при нормобарных условиях при нагрузке в виде ходьбы необходимо все еще считаться с падением P_{aO_2} ниже рекомендуемых границ в 55 mm ртутного столба в частности при наличии соответствующего заболевания.

Таким образом, по мнению многих экспертов, привлеченных разработчиком установок Oxureduct к обоснованию медицинских рекомендаций по обеспечению безопасности персонала, необходимо проводить врачебное освидетельствование работающих при уровне концентрации кислорода в < 18 объемн.%.

Лица, находящиеся в установке лишь по необходимости или в течение короткого времени, и которые по организационным причинам не смогли ранее пройти врачебное обследование, могут воспользоваться в качестве альтернативного решения, индивидуальными средствами, которые гарантируют, что уровень содержания кислорода в дыхательном воздухе повышен минимум до 18 объемн.%. Сжиженный кислород, вводимый через назальный зонд, мог бы стать основой подобного решения. Другим вариантом решения может быть кратковременное повышение содержания кислорода до 18 объемн.% или выше в помещениях, в которые необходимо войти, то есть до той величины, выше которой исключена опасность для здоровья человека. Массив научных данных представляется вполне достаточным для того, чтобы с достаточной надежностью исключить при указанных условиях опасность возникновения какой-либо угрозы для человека.

4.5. Резюме.

Зоны категории I: (21 объёмн.-% > концентрация кислорода > 17 объемн.-%)

Такие зоны доступны для посещения лицами, у которых не выявлены заболевания сердца, кровообращения, сосудов или дыхательных путей

Зоны категории II: (17 Объемн.-% > концентрация кислорода > 15 Объемп.-%)

Лица, посещающие такие зоны, должны пройти медицинское освидетельствование перед первым посещением*. Повторные освидетельствования должны осуществляться с интервалом минимум в 3 года

Зоны категории III: (15 Объемп.-% > концентрация кислорода > 13 Объемп.-%)

Лица, посещающие такие зоны, имеют право заниматься в этих зонах лишь легким физическим трудом и должны пройти медицинское освидетельствование перед первым посещением* Повторные освидетельствования должны осуществляться с интервалом минимум в 2 года.

В соответствии с рекомендациями профсоюзов люди могут находиться в помещениях, оборудованных системой противопожарной безопасности, основанной на применении ГОТВ “Oxy Reduct”, исходя из следующего:

- все люди, кроме имеющих заболевания сердца, сосудов, крови и дыхательных путей при концентрации кислорода от 20,9 до 17 объем.%;
- люди прошедшие стандартное медицинское обследование от 17 до 13 объем. %.

Рекомендуемая продолжительность непрерывного пребывания в помещении с пониженным содержанием кислорода составляет:

в пределах 17 до 15% - 4 часа;

в пределах от 15 до 13% - 2 часа.

Достаточно подробное описание физиологических механизмов и возможных эффектов в данном разделе методических рекомендаций необходимо врачу не только для осознанного проведения комплекса медицинских мероприятий, но и более детального разъяснения персоналу при проведении занятий по санитарно-просветительной работе и индивидуальных беседах с работниками потенциально опасных производств. Кроме того, необходимую информацию можно получить из дополнительной литературы, приведенной в конце Методических рекомендаций.

5. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕДИЦИНСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРИ РАБОТЕ В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ.

Для сохранения оптимальной работоспособности лиц, осуществляющих свою профессиональную деятельность в помещениях, оборудованных системами пожарной безопасности на основе газовых огнетушащих веществ, следует рекомендовать следующие мероприятия:

1. медицинский отбор персонала с учётом индивидуальной оценки чувствительности и устойчивости к гипоксии;

2. проведение диспансерного медицинского наблюдения за персоналом, с целью своевременного выявления таких отклонений в состоянии здоровья, при которых лёгкие и умеренные степени гипоксической гипоксии могут привести к обострению имеющихся хронических заболеваний и снизить устойчивость к гипоксии;

3. проведение санитарно-просветительной работы среди коллектива, направленной на разъяснение механизмов действия на организм гипоксической среды, ознакомление с факторами, снижающими устойчивость к гипоксии, разъяснение

симптомов (признаков), свидетельствующих о возникновении первых признаков кислородного голодания;

4. проведение профилактических мероприятий, направленных на повышение индивидуальной устойчивости к кислородному голоданию;

5. организация учёта и нормирования рабочего времени в условиях гипоксической среды;

6. обучение правилам оказания само- и взаимопомощи, а также первой медицинской помощи в случае возникновения нештатных ситуаций;

7. участие в обучении правилам эксплуатации средств индивидуальной защиты.

5.1. Медицинский отбор, первичное и вторичное обследование при отборе лиц для работы в помещениях с пониженным содержанием кислорода (с учетом рекомендаций «Института и Поликлиники по профессиональным болезням и болезням, вызванным влиянием окружающей среды Инненштадт» при Университете Людвиг Максимилиана в Мюнхене).

1. Организационные основы.

Медицинские рекомендации предназначены для врачей, входящих в состав медицинской комиссии, формируемой приказом руководителя учреждения, применяющего технологию противопожарной защиты на основе использования газового огнетушащего вещества «ОхуReduct». В состава комиссии входят: председатель комиссии, назначаемый из числа руководящего состава поликлиники или медицинской части учреждения, секретарь и члены комиссии: врачей –специалисты по профессиональным заболеваниям, врачи общего профиля, специалисты по внутренним болезням, пульмонологи.

Врачебный состав должен изучить требования Методических рекомендаций и пройти специальную подготовку и инструктаж, сдать зачеты в установленном порядке.

2. Показания к обследованию

Обследованию подлежат:

- **все лица, которым предстоит разовое посещение помещений с пониженным содержанием кислорода;**
- **кандидаты для приема на работу;**
- **сотрудники учреждения при плановом обследовании;**
- **сотрудники учреждения внепланово по показаниям.**

3. Виды обследований:

- разовое при однократном посещении помещений 1 категории (содержание кислорода от 21 до 17%);
- первичное сокращенное обследование при приемке на работу в помещениях 2 категории (от 17 до 15%);
- первичное углубленное обследование при приемке на работу в помещениях 3 категории (от 15 до 13%);
- плановое повторное углубленное при очередном освидетельствовании персонала;
- внеплановое углубленное по показаниям лиц с признаками ухудшения самочувствия;
- ежедневное сокращенное при допуске к работе в помещениях 3 категории (с содержанием кислорода от 15 до 13%);

4. Объем обследования

Характер и объем медицинского обследования зависит от категории лиц (разовое посещение, работа на постоянной основе) от режима газовой среды в помещении, от состояния здоровья сотрудников.

1). Разовое обследование проводится любому человеку для однократного посещения помещений 1 категории (содержание кислорода от 21 до 17%) и включает:

- заполнение анкеты (приложение 1);
- осмотр и опрос врачом (медицинской сестрой);
- выполнение пробы Штанге с задержкой дыхания в положении сидя.

2). Первичное сокращенное обследование проводится всем кандидатам при приемке на работу в помещениях 2 категории (от 17 до 15%) и включает:

- ознакомление с медицинской книжкой (амбулаторной картой);
- заполнение анкеты (приложение 1);
- опрос врача общего профиля с целью выявления заболеваний, являющихся противопоказанием для работы;
- осмотр врача с целью выявления заболеваний, являющихся противопоказанием для работы;
- сдача анализов крови;
- выполнение пробы Штанге с задержкой дыхания в положении сидя;
- проведение функциональных нагрузочных проб с велоэргометрией и определения гипоксической устойчивости (по показаниям).

3). Первичное углубленное обследование проводится всем кандидатам при приемке на работу в помещениях 3 категории (от 15 до 13%) и включает:

- ознакомление с медицинской книжкой (амбулаторной картой);
- заполнение анкеты (приложение 1);
- опрос врача общего профиля с целью выявления заболеваний, являющихся противопоказанием для работы;
- осмотр врача с целью выявления заболеваний, являющихся противопоказанием для работы;
- сдача анализов крови;
- выполнение пробы Штанге с задержкой дыхания в положении сидя;
- осмотр врача терапевта для исключения заболеваний сердечно-сосудистой системы;
- врача – пульмонолога для исключения заболеваний легких и верхних дыхательных путей;
- проведение функциональных нагрузочных проб с велоэргометрией и определением гипоксической устойчивости.

Плановое повторное сокращенное обследование проводится в объеме, указанном в п. 2, один раз в три года при очередном освидетельствовании персонала, работающего в помещениях с содержанием кислорода от 15 до 13%;

Плановое повторное углубленное обследование проводится в объеме, указанном в п. 3, один раз в три года при очередном освидетельствовании персонала, работающего в помещениях с содержанием кислорода от 15 до 13% проводится один раз в два года;

Внеплановое углубленное обследование проводится в объеме, указанном в п. 3, по показаниям лицам с признаками ухудшения самочувствия или жалобами.

5. Критерии допуска

1). При концентрации кислорода в помещениях 1 категории от 20,9 до 17 объем.% критерием допуска лиц является отсутствие у них по данным заполненной анкеты тяжелых заболеваний сердца, сосудов, крови и дыхательных путей и длительность задержки дыхания (проба Штанге) не менее 30 с.

2). При концентрации кислорода в помещениях 2 категории от 17 до 15 объем.% критерием допуска являются данные анамнеза и объективные данные об отсутствии заболеваний сердца, сосудов, крови и дыхательных путей и длительность задержки дыхания (проба Штанге) не менее 30 с.

3). При концентрации кислорода в помещениях 3 категории от 15 до 13 объем.% критерием допуска являются данные анамнеза и объективные данные об отсутствии

заболеваний сердца, сосудов, крови и дыхательных путей и длительность задержки дыхания (проба Штанге) от 30 до 90 с и более. Данные о хорошей переносимости велоэргометрической пробы (не менее 75 Вт или 1,5 Вт на 1 кг).

5.1.1. Дополнительные рекомендации по специальному углубленному осмотру персонала врачами специалистами для выявления скрытой формы заболеваний (рекомендации врачу)

1. Обследование физического состояния

1.1. Имеются ли признаки выраженных изменений со стороны дыхательных путей и легких?

В частности это касается:

- дыхательной пробы;
- частоты дыхания;
- общий осмотр / перкуссия / аускультация лёгких;

1.2. Имеются ли признаки выраженных изменений со стороны сердечно-сосудистой системы? В частности это касается:

- степени наполнения яремной вены;
- наличия периферических отеков;
- частота и ритм сердечных сокращений;
- положение верхушечного толчка сердца;
- тоны и шумы сердца
- артериальное давление (выше 200/110 или ниже 100/60 мм ртутного столба)
- лабораторные исследования

1.3. Имеются ли признаки выраженных изменений со стороны системы крови по данным клинических анализов крови:

- уровень гемоглобина выше или ниже установленного диапазона для соответствующей лаборатории;
- количество эритроцитов выше или ниже установленного диапазона
- признаки нарушения морфологии эритроцитов и других клеточных элементов крови
- признаки дрепаноцитоза или гемолиза.

1.4. Дополнительные исследования

Дополнительные исследования проводятся в том случае, если в результате первичного обследования в ходе опроса больного, физикального обследования или по результатам анализов крови у врача возникло подозрение на наличие у больного

патологии дыхательной, сердечно-сосудистой систем или заболеваний крови. Таковые могут быть проведены любым врачом, обладающим соответствующим опытом и квалификацией и располагающим необходимой для этого аппаратурой.

Врач, проводящий дополнительное обследование, сам определяет объем проводимого обследования, выходящий за пределы необходимой минимальной программы (смотри ниже). Как минимум должны быть проведены следующие обследования в том случае, если в результате проведенных исследований было выявлено подозрение на наличие нарушений сердечной, легочной деятельности или нарушений кровообращения, а также малокровия:

- ЭКГ с нагрузкой для определения работоспособности сердечно сосудистой системы, при необходимости для провоцирования коронарной ишемии;
- спирометрия для определения односекундной емкости (FEV1);
- анализ газового состава артериальной и капиллярной крови для расчета ожидаемого РаО₂ при концентрации кислорода, при которых необходимо осуществлять трудовую деятельность;
- при наличии подозрения на стеноз питающих мозг артерий необходимо провести ультразвуковое исследование этих артерий;
- при наличии подозрения на дрепаноцитоз необходимо провести электрофорез гемоглобина.

5.1.2. Противопоказания к работе в газовой среде в помещениях 3 категории с пониженным содержанием кислорода (до 13%).

Абсолютные:

- ишемическая болезнь сердца, коронарная недостаточность, гипертоническая болезнь 3 степени с признаками недостаточности кровообращения; патология со стороны клапанов сердца, которая при нагрузке приобретает характерные черты ишемической болезни сердца, (стенокардия, падение артериального давления, типичные изменения на ЭКГ),
- хроническая сердечная недостаточность, когда работа сердца не достигает минимум 75 Вт в абсолютном значении, или 1,5 Вт на 1 кг веса тела
- заболевания дыхательных путей и легких, хроническая сердечная недостаточность или малокровие в стадии декомпенсации, при которых рассчитанный из FEV1 и РаО_a показатель РаО₂ < 55 мм ртутного столба будет ниже уровня гипоксии;
- признаки острой фобии высоты при наличии предшествовавших проявлений гипоксии (синдром «счастливой Луизы»);

- головокружения в течение последних трех месяцев, которые влияли на характер повседневной жизни;
- значительный (> 70 % ный) стеноз *A carotis communis* или *interna*,
- состояние после инсульта или документально зафиксированный преходящий приступ ишемической болезни.

Относительные:

Те же заболевания но без признаков декомпенсации и наличия достаточных функциональных резервов.

В этом случае эти пациенты должны пройти расширенное обследование и более тщательный контроль за переносимостью гипоксии в процессе трудовой деятельности. Критерием допуска является хорошая переносимость гипоксической нагрузки при определении индивидуальной устойчивости к гипоксии.

Достаточный оптимизм в возможности работы такой категории пациентов связан с высокой эффективностью регулярных гипоксических воздействий на организм человека, которые позволяют существенно повысить сниженные функциональные резервы и оказать лечебный эффект.

Работа сотрудников этой категории, включая руководящий состав старшей возрастной группы, при необходимости эпизодических посещений помещений с гипоксической средой должна проходить под контролем медицинских работников.

Этой же категории специалистов может быть рекомендован курс интервальной гипоксической тренировки по рекомендованным МЗ РФ схемам.

5.1.3. Оценка индивидуальной устойчивости к гипоксии.

Лица, которым предстоит работать в помещениях, оборудованных системой пожарной безопасности на основе газовых огнетушащих веществ, для получения допуска к работе должны выполнить следующие пункты:

1. предоставить медицинскую книжку;
2. заполнить анкету (см. Приложение 1);
3. пройти стандартное углубленное медицинское обследование, с целью выявления заболеваний, при которых противопоказана работа в изменённой газовой среде;
4. рекомендуется проведение специальных тестов по определению индивидуальной устойчивости к гипоксии (по косвенным показателям - пробы с задержкой дыхания или гипоксической проба с дозированной гипоксической нагрузкой под контролем физиологических реакций организма);
5. получить заключение врача-специалиста о профпригодности к работе в условиях искусственной гипоксической среды, с указанием степени устойчивости.

При проведении медицинского обследования при отборе кандидатов для работы с гипоксическими газовыми смесями врач обязан выявить лиц, имеющих противопоказания к работе в таких условиях.

Индивидуальная чувствительность или переносимость гипоксии может быть определена несколькими способами.

Первый, очень простой – ориентировочный метод, основанный на использовании дыхательных проб Штанге и Гейнче.

Проба Штанге: определение времени задержки дыхания на вдохе – по команде врача (медицинской сестры) – пациент делает два глубоких вдоха/выдоха и на глубине третьего вдоха задерживает дыхание. Обследование проводится в положении сидя, кроме того, рекомендуется проводить подсчет частоты пульса и при возможности регистрировать величину насыщения крови кислородом с помощью пульсоксиметра. Полученные результаты заносятся в таблицу.

Аналогичным образом проводится и проба Гейнчи, но только на глубине выдоха.

Проба	Время задержки, с	SaO ₂			Оценка в баллах
		До	В конце	Время восстановления, с	
Штанге					
Гейнчи					

При средней оценке 5 баллов – оценка устойчивости к гипоксии – высокая

При средней оценке 4 балла – оценка устойчивости к гипоксии – хорошая

При средней оценке 3 балла – устойчивость к гипоксии – удовлетворительная

При средней оценке 2 балла – оценка устойчивости к гипоксии – сниженная

При средней оценке 1 балл – оценка устойчивости к гипоксии – низкая

Матрица оценки показателей в баллах

Проба Штанге Время задержки, с	Баллы	Проба Гейнчи Время задержки, с	Баллы
До 10 с	1	До 5 с	1
От 11 до 20 с	2	От 6 до 10с	2
От 21 до 30 с	3	От 11 до 20с	3
От 31 до 90 с	4	От 21 до 40 с	4
Более 90 с	5	Более 40 с	5

Более точной является методика определения индивидуальной гипоксической устойчивости при использовании дозированной гипоксической нагрузки с помощью газовых смесей с пониженным содержанием кислорода.

Такая методика может использовать либо специальные гипоксикаторы (их характеристика приведена в разделе 5.4) с формированием смеси 12% или 10% O₂. Тестовая нагрузка предполагает оценку выраженности физиологических реакций организма при 5 или 10 минутном воздействии с регистрацией ЭКГ, частоты сердечных сокращений и частоты дыхания, уровня SaO₂ и величины АД.

Переносимость пробы оценивается следующим образом:

хорошая - когда обследуемый не предъявляет жалоб, а внешний вид и поведение его остаются обычными; изменение гемодинамических показателей происходит в пределах физиологических колебаний; на ЭКГ отсутствуют патологические изменения (допускаются умеренная тахикардия (+10-15 уд./мин.), незначительное снижение вольтажа зубцов, редкая одиночная экстрасистолия).

удовлетворительная – при наличии следующих признаков:

- предъявление жалоб на ухудшение самочувствия (головная боль, общее недомогание, тошнота, головокружение и др.);
- изменения поведения (настороженность, сонливость и др.);
- появление в период обследования бледности кожных покровов лица;
- гемодинамические показатели выходят за пределы физиологического «норматива» в сторону избыточной реакции; наблюдаются выраженная тахикардия (120 сокращений в минуту и выше) артериальная гипертензия (систолическое давление – 160 мм рт. ст. и выше, диастолическое давление – более 90 мм рт. ст.);
- единичная монотонная экстрасистолия;
- вышеперечисленные симптомы купируются однократным кислородным питанием (в течение 1 минуты);

плохая – при проявлении срыва приспособительных реакций организма:

- резкое ухудшение самочувствия (чувство недостатка воздуха, потемнение в глазах, слабость и т.д.);
- выраженная бледности кожных покровов лица, резкий цианоз, повышенное потоотделение;
- прогрессирующее снижение частоты сердечных и падение артериального давления;
- появление различного вида экстрасистолий, миграция водителя ритма, инверсия зубцов Т и других патологических изменений;
- досрочное прекращение пробы или развитие внезапного обморока, коллаптоидного состояния.

При пониженной переносимости гипоксии целесообразно выяснить возможные причины сниженной устойчивости (нарушение режима труда и отдыха на кануне) и более глубокое обследование.

Лицам с пониженной и удовлетворительной переносимостью гипоксии рекомендовано проведение курса гипокситерапии для повышения устойчивости к кислородному голоданию. После повторного обследования и хороших результатов тестирования сотрудник может быть допущен к работе в условиях гипоксии.

5.2. Диспансерное медицинское наблюдение за персоналом.

Диспансерное медицинское наблюдение за персоналом проводится с целью своевременного выявления таких отклонений в состоянии здоровья, при которых лёгкие и умеренные степени гипоксической гипоксии могут привести к обострению имеющихся хронических заболеваний и снизить устойчивость к гипоксии.

Объем обследования соответствует стандартным требованиям, аналогичным при первоначальном обследовании. Перед освидетельствованием необходимо проанализировать ту гипоксическую нагрузку, которую получил сотрудник за прошедший период.

5.3. Содержание санитарно-просветительной работы среди персонала.

Врач, ответственный за отбор, подготовку и врачебный контроль за персоналом, работающим в помещениях, оборудованных системой пожарной безопасности на основе газовых огнетушащих веществ, обязан проводить санитарно-просветительную работу среди коллектива, направленную на разъяснение механизмов действия на организм гипоксической среды, ознакомление с факторами, снижающими устойчивость к гипоксии, разъяснение симптомов (признаков), свидетельствующих о возникновении первых признаков кислородного голодания.

Приведенные в разделах 1-2 сведения о принципах работы систем противопожарной защиты на основе ГОТВ «OxyReduct», а также данные о физиологических и клинко-физиологических эффектах воздействия кислородного голодания на организм человека могут быть использованы при проведении занятий с персоналом.

Ежегодно не реже одного раза в квартал проводятся занятия по следующей тематике:

- характеристика условий деятельности персонала при обслуживании или работе в среде, формируемой системой пожарной безопасности на основе газовых огнетушащих веществ;

- гипоксия и ее влияние на организм человека, адаптационные возможности организма, лечебные эффекты гипоксической тренировки;

- симптоматика острой гипоксии, причины, проявления, способы оказания помощи и взаимопомощи;

- индивидуальные средства защиты, отработка навыков их применения.

При проведении разъяснительной работы необходимо акцентировать внимание персонала на то, что регулярные гипоксические воздействия в умеренных дозах оказывают выраженный тренирующий эффект, который позволяет повысить функциональные резервы организма, его устойчивость к неблагоприятным экологическим и производственным факторам, а также в получении лечебного или профилактического эффекта при многих функциональных и органических нарушениях в организме, обусловленных кислородным голоданием тканей.

5.4. Способы и методы повышения индивидуальной устойчивости к кислородному голоданию.

Для повышения индивидуальной устойчивости к гипоксии рекомендуется проведение профилактических мероприятий, направленных на повышение индивидуальной устойчивости к кислородному голоданию с использованием типовой «Методики прерывистой гипоксической тренировки для повышения сниженной переносимости гипоксии описание метода прерывистой нормобарической гипокситерапии».

5.5. Организация учёта и нормирования рабочего времени в условиях гипоксической среды.

Для учета рабочего времени целесообразно использовать индивидуальный журнал учета рабочего времени в условиях гипоксической среды, в котором должны быть отражены: дата и диагноз последнего медицинского обследования, результаты обследования пред началом рабочего дня, а также внесены данные о времени пребывания в изменённой газовой среде. Примерный вариант такого журнала приведён в приложении 3.

5.6. Правила оказания само- и взаимопомощи, а также первой медицинской помощи в случае возникновения нештатных ситуаций.

Специфика воздействия гипоксии такова, что при выраженном утомлении на кануне работы, при недостаточной продолжительности сна, нарушение режима, прием алкоголя в повышенных количествах, интенсивные физические нагрузки, наличие признаков продрома и т.п. способны понизить индивидуальную устойчивость к кислородному голоданию даже легких степеней.

При тех уровнях регулируемой гипоксии, которая формируется системой противопожарной защиты «OxyReduct» риск опасных осложнений сведен к минимуму. Однако временное ухудшение самочувствие или чрезмерное напряжение компенсаторно-приспособительных реакций организма вполне возможны.

Каждый сотрудник должен знать симптомы недостаточности приспособительных реакций или их чрезмерности и уметь самостоятельно принять меры по прекращению воздействия.

Симптомы сниженной устойчивости к гипоксии носят неспецифический характер и могут проявляться в виде: чувства усталости, выраженного сердцебиения на обычную нагрузку, чувство нехватки воздуха, сонливости, тяжести в голове или головной боли. При работе с напарником следует помнить и о внешних признаках проявления гипоксии – синюшность губ и фаланг пальцев, нарушение ритма дыхания, возбужденность, смена гиперемии на бледность кожных покровов и видимых слизистых.

В этих случаях надо просто сделать перерыв, если время непрерывного пребывания в гипоксии близка к установленным пределам, выйти из помещения с гипоксической средой. Выйти на свежий воздух, если есть кислород то подышать в течение 5-10 минут.

При невозможности прервать работу рекомендуется выполнять специальные дыхательные приемы – глубокий вдох – задержка дыхания с натуживанием.

При возникновении симптомов выраженного ухудшения состояния сотрудника, связанного с влиянием гипоксии рекомендуется использовать лекарственные средства, содержащиеся в аптечке. Типовой набор аптечки приведен в приложении 4.

19.

5.7. Меры безопасности и правила эксплуатации средств индивидуальной защиты.

На установки обеспечения пожарной безопасности с помощью ГОТВ «OxyReduct» распространяются общие требования безопасности к установкам пожаротушения, приведенные в действующей нормативно-технической документации (НТД), в том числе НПБ 88-201*, ГОСТ Р 50969-96, ППБ 01-03 и др.

Контроль за концентрацией кислорода в помещении должен быть организован таким образом, чтобы обеспечить включение тревожной сигнализации при снижении концентрации кислорода до уровня, при котором обеспечено безопасное нахождение персонала в течении не менее 5 минут.

Персонал, посещающий помещения, должен различать сигналы тревожной сигнализации на фоне технологических шумов и уметь эвакуироваться из помещения за время не более 30 с.

Персонал, посещающий помещения, должен выполнять требования медицинского заключения на возможность пребывания в атмосфере ГОТВ «OxyReduct» при пониженном содержании кислорода (проходить периодический медицинский осмотр, не задерживаться в помещении более установленного временного промежутка (по предварительным данным для большинства вариантов применения - несколько часов), не выполнять тяжелые механические работы (например, переноску тяжестей) и т.п.).

Проведение работ в фильтрующем противогазе в помещениях категорически запрещено. Такие работы в условиях пониженного содержания кислорода могут привести к потере сознания и нарушениям здоровья.

При необходимости следует применять только изолирующие средства защиты органов дыхания с источниками дыхательной смеси на основе воздуха. Применение газовых смесей с повышенным содержанием кислорода в защищаемом помещении не допустимо.

В помещениях следует находиться только для выполнения работ, установленных инструкцией. По окончании работы следует покинуть помещение.

Двери для выхода из защищаемого помещения должны открываться наружу. Запорное устройство двери должно обеспечивать ее открывание без ключа.

При входе в помещение следует разместить предупредительные знаки

Рекомендуется доступ в помещение осуществлять не менее чем двум сотрудникам, которые проинструктированы о правилах поведения, действиях при внештатных ситуациях и взаимовыручке, а также опасных факторах в атмосфере с пониженной концентрацией кислорода.

При необходимости кратковременного посещения помещения одним сотрудником он должен иметь исправные средства связи (мобильный телефон, радиостанция и т.п.), носимые при себе.

Защищаемые помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующей НТД (ППБ 01-03 и др.).

В период наполнения объема помещения ГОТВ «OxyReduct», а также при временной остановке подачи ГОТВ и увеличении концентрации кислорода выше установленных значений, пожарная безопасность обеспечивается выполнением компенсирующих мероприятий (например, обесточиванием оборудования, постоянным (посменным) пребыванием обученного персонала и увеличением количества ручных огнетушителей и т.п.). Перечень компенсирующих мероприятий составляется с учетом местных условий.

6. ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ И МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТАЮЩИХ

1. НПБ 88-201*,
2. ГОСТ Р 50969-96,
3. ППБ 01-03
4. Рекомендации к применению газового огнетушащего вещества «оxygeneduct» для противопожарной защиты объектов. Утвержденные Начальник ВНИИПО МЧС РФ Н.П. Копыловым. М.: 2004.
5. Сертификат пожарной безопасности № ССПБ. Д.Е. УП001.В04123, зарегистрирован в государственном реестре Системы сертификации в области пожарной безопасности 27.08.2004 (действителен до 26.08.2007);
6. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.11.485.Д.002955.04.04 от 28.04.2004 (действительно до 01.05.2009);

7. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ И МЕДИЦИНСКИМ ВОПРОСАМ

1. Стрелков Р.Б., Караш Ю.М., Чижов А.Л., Мардынский Ю.С., Цыб А.Ф. Методические рекомендации, Минздрав СССР, 1985,
2. Стрелков Р.Б., Чижов А.Я., Блошанский Ю.М. Методические рекомендации №23, Комитет здравоохранения правительства Москвы, 1999,
3. Стрелков Р.Б. Методические рекомендации Минздрав России, 1994, 2001 а, 2001 б).
4. Нормобарическая гипокситерапия /Разсолов Н.А., Чижов А.Я., Потиевский Б.Г., Потиевская В.И. // Методические рекомендации для авиационных врачей.– М., 2002. - 19 с.
5. Нормобарическая гипокситерапия (метод «Горный воздух»): Монография /Чижов А.Я., Стрелков Р.Б., Потиевская В.И. и др. //Под ред. Н.А. Агаджаняна – М.: РУДН, 1994. – 95 с.
6. Гипоксия. Адаптация, патогенез, клиника. Руководство для врачей. //Под общей редакцией Ю.Л. Шевченко. – СПб.: ООО «ЭЛБИ-СПб», 2000. – 384 с.
7. Караш Ю.М., Стрелков Р.Б., Чижов А.Я. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации. – М.: Медицина, 1988. – 352 с.

Медицинская анкета сбора анамнеза, при медицинском осмотре при приеме на работу в измененной газовой среде (вопросы, задаваемые врачом пациенту):

Известны ли Вам случаи доброкачественных болезней крови, наследственных болезней крови, анемии или дрепаноцитоза у членов Вашей семьи?

Известно ли Вам, что Вы больны дрепаноцитозом?

Отмечали ли Вы у себя случаи возникновения болей (кроме головной боли) в прошлом, находясь на большой высоте (в горах), или вовремя полетов на самолете, имеется в виду, к примеру, боли в области брюшины, груди, конечностей и т.д.?

Отмечали ли Вы у себя случаи возникновения головной боли, тошноты, позывов к рвоте, слабости, затруднений при дыхании в прошлом, находясь на большой высоте (в горах), или во время полетов на самолете, так, что Вы чувствовали себя больным?

Страдаете ли Вы известным Вам сердечным заболеванием?

Страдаете ли Вы известным Вам легочным заболеванием, или заболеванием дыхательных путей?

Страдаете ли Вы известным Вам малокровием?

Больны ли Вы дрепаноцитозом?

Был ли у Вас инсульт, переходящий инсульт (переходящий приступ ишемической болезни); или известно ли Вам, что Вы страдаете сужением сонной артерии?

Обследовались ли Вы у врача по поводу нарушений сердечного ритма?

Было ли у Вас головокружение за последние три месяца, которое мешало Вам в Вашей повседневной жизни?

Теряли ли Вы сознание хоть раз в прошедшем году?

Приходится ли Вам делать паузы в процессе Вашей профессиональной деятельности или повседневной жизни, поскольку при известном напряжении Вам не хватает воздуха?

Приходится ли Вам останавливаться после того, как вы поднялись на один этаж для того, чтобы набрать воздух?

Не ухудшилась ли заметно Ваша физическая работоспособность за последние три месяца?

Не появляются ли у Вас боли и тяжесть в груди при физических и душевных нагрузках?

Не испытывали ли Вы хотя бы раз за последний месяц болей в груди, несмотря на то, что Вы находились в состоянии покоя?

Не просыпались ли Вы за последние три месяца хоть раз потому, что Вам было нечем дышать?

Методика прерывистой гипоксической тренировки для повышения сниженной переносимости гипоксии

1. Описание метода

Для лиц с пониженной устойчивостью рекомендовано проведение специальных тренировок с применением метода прерывистой (интервальной) нормобарической гипоксической стимуляцией.

Метод прерывистой нормобарической гипоксической (ПНГ) стимуляции (прерывистая нормобарическая гипокситерапия, “горный воздух”) - немедикаментозный метод повышения неспецифической резистентности организма к повреждающим факторам внешней и внутренней среды - обеспечивает развитие в организме дозированной по глубине и времени гипоксии при дыхании газовыми смесями с пониженным содержанием кислорода.

Нормобарическая гипоксическая стимуляция повышает неспецифическую резистентность организма. При этом возрастает устойчивость к кислородному голоданию и различным формам стресса, утомлению, ускорениям, шуму, вибрациям, радиации, токсическим веществам, увеличивается умственная и физическая работоспособность.

Применение гипокситерапии оказывает положительное действие на кинетику кислородного метаболизма и кислотно-основное состояние, нормализует показатели углеводного, жирового, белкового обменов и электролитного спектра крови, нормализует параметры иммунологического статуса, повышает противовоспалительный потенциал, активизирует деятельность жизненно важных систем организма.

Метод прерывистой нормобарической гипокситерапии обеспечивает повышение устойчивости организма в условиях измененной среды обитания и в этом плане может рассматриваться как один из перспективных путей решения проблемы обеспечения безопасности персонала при работе в измененной газовой среде.

В ведущих научно-исследовательских институтах и клинических центрах Министерства здравоохранения Российской Федерации и Российской академии медицинских наук установлено, что немедикаментозный метод профилактики, лечения и реабилитации с помощью создания в организме дозированной нормобарической гипоксии (дыхание газовыми смесями с пониженным до $12,0 \pm 2,0\%$ содержанием кислорода) является эффективным способом снижения заболеваемости населения всех возрастных групп.

2. Методика прерывистой гипоксической тренировки

Хорошо переносимая человеком дозированная гипоксия развивается в организме

при дыхании газовыми гипоксическими смесями (ГГС), содержащими не менее $10,0 \pm 1,0\%$ кислорода и, соответственно, $98,0 \pm 1,0\%$ газообразного азота, которые в зависимости от количества содержащегося в них кислорода приобретают индекс (например, ГГС, содержащая 10% кислорода, носит название ГГС-10; 12% кислорода - ГГС-12 и т.д.).

Обычно дыхание ГГС проводится в циклично-фракционированном режиме: дыхание смесью - 5 мин., затем дыхание атмосферным воздухом - 5 мин. (один цикл). Число циклов может варьировать от 2 до 10 в течение одного сеанса. Суммарное время дыхания ГГС в течение одного сеанса составляет 10-50 мин. при общей продолжительности сеанса от 15 до 100 мин. Экспозиция дыхания ГГС может изменяться от 1 до 15 мин. Количество содержащегося в ГГС кислорода может регулироваться от 18% до 10%. Оба переменных параметра служат основой для индивидуализации (в том числе с помощью компьютерной программы «Доктор-А») проведения гипоксической стимуляции. Ритм проведения сеансов может варьировать от 3 до 7 раз в неделю с продолжительностью курса от 15 до 30 сеансов. Стабильный положительный эффект после окончания курса гипоксической стимуляции сохраняется у различных групп больных от 4 до 12 и более месяцев, после чего рекомендуется повторный курс (15-20 сеансов).

Первичный осмотр пациентов и динамическое наблюдение за ними в процессе лечения ведется врачом, прошедшим специализацию по данному методу. При отсутствии противопоказаний, указанных в п.4 настоящих рекомендаций, пациенту проводят пробный цикл на индивидуальную переносимость гипоксии при дыхании "стандартной" ГГС-10. Исходя из субъективных ощущений пациента, а также контрольных показателей (проба Штанге, частота сердечных сокращений, частота дыхания, артериальное давление и др.) устанавливается оптимальная экспозиция гипоксии, которая в процессе лечения может быть увеличена.

3. Показания к применению метода

Прерывистая нормобарическая гипоксическая стимуляция неспецифической резистентности организма может быть использована в качестве средства профилактики и повышения сниженных функциональных резервов организма, лечения заболеваний и реабилитации.

С профилактической целью ПГТ может быть рекомендована практически всему персоналу, работающему в условиях измененной газовой среды с недостатком кислорода, не реже одного раза в год.

Для лиц с сниженной переносимостью гипоксии курс ПГТ должен проводиться не реже 1 раза каждые полгода.

Курс прерывистой нормобарической гипокситерапии одновременно позволяет получить достаточно ощутимый положительный эффект: повысить физическую и интеллектуальную работоспособность; снизить риск заболеваний ОРЗ; увеличить устойчивость к эмоциональным нагрузкам.

4. Противопоказания к применению метода

Противопоказаниями для проведения метода прерывистой нормобарической гипоксии персоналу, обслуживающему системы противопожарной защиты, являются: острые инфекционные заболевания или обострения хронических воспалительных процессов, болезни, сопровождающиеся лихорадкой (в том числе резорбционный синдром).

5. Оборудование для гипокситерапии

Газовые гипоксические смеси могут быть генерированы различными техническими устройствами.

Гипоксикаторы на основе использования газоразделительной мембранной установки. Наиболее известны следующие аппараты:

Гипоксикатор "Эверест-1" (фирма "Климби") на 1 пациента.

Гипоксикатор "ММ" (фирма "Космос") на 4 человека

Гипоксикатор VN-204 (НТО "Био-Нова") на 4 человека

Гипоксикатор "Нурохиа-Medical" (фирмы "Гипоксия медикал") на 1-4 человека.

Гипоксикатор "ГИП-10" фирмы "Трейд Медикал") на 1-4 человека

Установки, (МВА-0,014 с ГС-20) (ПО "Криогенмаш", Москва) рассчитаны на одновременное обслуживание 10-20 пациентов с производительностью 100 л/мин и содержанием кислорода в газовой гипоксической смеси от 10% до 18%).

Получение ГГС на основе криогенного азота.

Получение ГГС с использованием газообразного азота - гипоксикатор "Эльбрус-10-А" (МЭЦ "Горный воздух-XXI век", Москва). Аппарат рассчитан на кабинет до 10 пациентов. Установка работает от баллонов со сжатым газообразным азотом (ГОСТ 9293-74, ТУ-6-21-27-77), давление которого редуцируется, или любого генератора газообразного азота. В основе создания ГГС лежит эжекционный принцип. Производительность аппарата в зависимости от комплектации от 40 до 100 л/мин.

Аппарат "Эльбрус-3" (МЭЦ "Горный воздух-XXI век" совместно с фирмой "Электронная медицина", Москва) обеспечивает получение ГГС по новой, исключаящей недостатки мембранной, технологии с использованием аппаратов с короткоцикловой адсорбцией кислорода из воздуха. Гипоксикатор рассчитан на одновременное обслуживание от 1 до 6 пациентов.

Принцип работы гипоксикатора состоит в том, что атмосферный воздух через компрессор, охлажденный и очищенный от капельной влаги через входной фильтр поступает в адсорберы, работающие попарно. В них, методом короткоциклового адсорбции, с использованием углеродистого молекулярного сита (УМС), происходит его обеднение кислородом. Полученная гипоксическая газовая смесь накапливается в емкости, откуда поступает через выходной фильтр к пациентам. Из второй пары адсорберов через глушитель избыточное давление сбрасывается в атмосферу. Концентрация кислорода в ГГС постоянно контролируется с помощью газоанализатора.

Получение ГГС с помощью гипоксикаторов (ребризеров), работающих на принципе возвратного дыхания (ререспирации).

Различные аппараты индивидуального пользования (например, гипоксикатор проф. Р.Б.Стрелкова, рис. 1) снабжены дозирующим отверстием, через которое в контур гипоксикатора поступает атмосферный воздух. Содержание кислорода во вдыхаемой смеси постепенно уменьшается по мере его поглощения организмом пациента и регулируется с помощью дозирующего отверстия. Углекислота нейтрализуется химическим поглотителем (НПКФ “Метом”, ЗАО “Веста”, Москва).

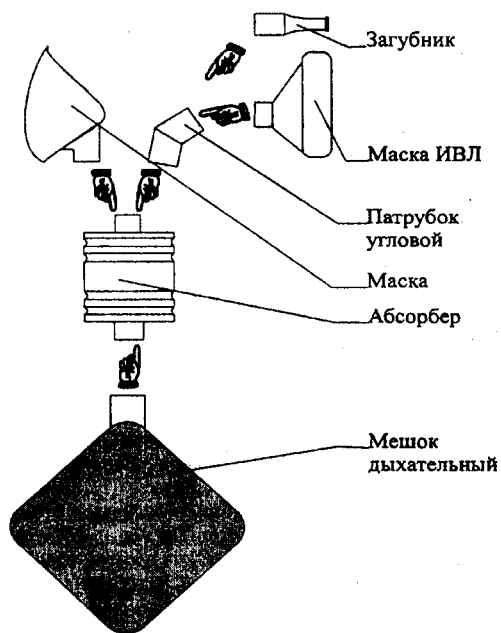


Рис. 1. Гипоксикатор Р.Б.Стрелкова.

Индивидуальный журнал учета рабочего времени в условиях гипоксической среды.

Паспортная часть:

ФИО. _____ Возраст _____ Стаж работы в условиях гипоксии _____

Диагноз последнего медицинского обследования _____.

Дата диспансеризации _____

Рекомендации медицинской комиссии. _____

Данные обследования допуска к работе (только для персонала 1 группы с режимом гипоксии от 15 до 13% O₂)

Дата _____ Жалобы: да/нет если да, то какие _____

Данные обследования: ЧСС _____ АД сис _____ АД диас _____

Подпись медицинского работника проводившего обследование _____

Данные учета времени работы в измененной газовой среде.

Дата _____ Время 1 входа _____ Время 1 выхода _____ %O₂ _____ Самочувствие _____.

Дата _____ Время 1 входа _____ Время 1 выхода _____ %O₂ _____ Самочувствие _____.

Дата _____ Время 1 входа _____ Время 1 выхода _____ %O₂ _____ Самочувствие _____.

Дата _____ Время 1 входа _____ Время 1 выхода _____ %O₂ _____ Самочувствие _____.

Итого: суммарное время _____ час _____ мин. Общая оценка _____.

Типовой набор лекарственных средств аптечки неотложной помощи.**ОПИСЬ «Аптечки»**

1. 0,1% р-р адреналина.....	5 амп.
2. 0,2% р-р норадреналина.....	2 амп.
3. 1% р-р мезатона.....	2 амп.
4. 2,5% р-р пипольфена.....	5 амп.
5. 2% р-р супрастина (1% р-р димедрола).....	5 амп.
6. 2,4% р-р эуфиллина.....	5 амп.
7. 10% р-р кофеина.....	5 амп.
8. 10% р-р кальция хлорида (глюконата).....	5 амп.
9. 0,85% р-р натрия хлорида.....	10 амп.
10. 0,85% р-р натрия хлорида 500,0 мл.....	1 флак.
11. Преднизолон (30 мг) или дексаметазон 4 мг.....	5 амп.
12. Кордиамин.....	5 амп.
13. 5% р-р глюкозы 500,0 мл.....	1 флак.
14. 70% спирт этиловый.....	50 мл
15. Воздуховод для дыхания «рот в рот».....	1 шт.
16. Аппарат для ИВЛ (ручной, портативный) ДП-10.....	1 шт.
17. Система для внутривенной инфузии одноразовая.....	3 шт.
18. Шприцы стерильные одноразовые с иглами - 5 мл.....	5 шт.
	-10 мл2 шт.
20. Жгут резиновый.....	1 шт.
21. Отсасыватель резиновый или ножной.....	1 шт.
22. Роторасширитель.....	1 шт.

Авторский коллектив.

Под редакцией Академика РАМН, доктора медицинских наук, профессора Н.Ф. Измерова и Академика РАМН, член-корреспондента РАН, доктора медицинских наук, профессора И.Б. Ушакова.

От ГУ НИИ медицины труда РАМН:

Субботин В.В. – доктор медицинских наук, профессор;

Прокопенко Л. В. – доктор медицинских наук;

Старожук И. А. – доктор биологических наук;

Афанасьева Р. Ф. - доктор медицинских наук, профессор;

Орлова О. Е.;

Почтарёва Е. С.

От ГНИИИ ВМ МО РФ:

Бухтияров И.В. – доктор медицинских наук, профессор;

Дворников М.В. – доктор медицинских наук;

Степанов В.К. – кандидат медицинских наук;

Филатов В.Н. – кандидат медицинских наук.