

УДК 613.693

Человеческий фактор в авиации и космонавтике: Сборник научных трудов / Под ред.

А.А.Меденкова. - М.: Полет, 2007. - 320 с. (стр. 64-67)

ISBN 5-88021-045-6 4109030000 – 35

© Человеческий фактор в авиации и космонавтике

© Издательство «Полет»

## **II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АВИАЦИИ**

### **Кислородно-дыхательная аппаратура с электронным управлением для моделирования физиологических эффектов высотного полета в наземных условиях**

А.М.Сударев, П.А.Кантор, И.М.Исаев, Е.В.Коротич, И.В.Бухтияров\*, М.В.Дворников\*, С.П.Рыженков\*, М.Н.Хоменко\*

ООО «КОНСТЭЛ», г. Москва; Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины МО РФ\*

Условия деятельности экипажей современной авиационной техники характеризуются высоким уровнем риска воздействия экстремальных факторов полета на организм человека, как в штатных, так и аварийных ситуациях. В связи с этим выполнение полетов предполагает обязательное использование защитного снаряжения (ЗС) летного состава. Перечень ЗС и порядок его применения регламентируются «Руководством по летной эксплуатации» и «Руководством по технической эксплуатации» конкретного летательного аппарата, а порядок его индивидуального выбора, подгонки и отработки навыков его применения определяется соответствующими нормативными документами. В этих документах перечислены обязанность и ответственность должностных лиц по обеспечению полетов с использованием средств защиты. Любое несоблюдение существующих требований эксплуатации ЗС в полете относится к категории серьезных авиационных инцидентов.

Важная роль в обеспечения безопасности высотных и маневренных полетов принадлежит авиационной медицине войскового звена, на которую возложена ответственность по правильному выбору, качественной подгонке защитного снаряжения, проведению психофизиологической подготовки и обучению летного состава навыкам использования индивидуальных средств защиты. Для практической реализации такой подготовки предусмотрены табельные средства в виде «кислородного прибора тренировочного», позволяющего моделировать режим работы высотного снаряжения в наземных условиях.

До настоящего времени на снабжении медицинской службы находятся два варианта «кислородного прибора тренировочного» - «КП-Т»,

разработанный в 60-е годы, и его модернизированный аналог «КПТ-2», созданный в 70-80-е годы прошлого столетия. Эти приборы морально и физически устарели. Для их применения с современными вариантами высотного снаряжения необходимо применение переходных устройств. Кроме того, существующие КПТ рассчитанные на использование 100% кислорода, не обеспечивают полноту и адекватность моделируемых факторов, действующих на летчика в разгерметизированной кабине самолета в стратосферном полете, а существующие средства медицинского контроля не позволяют оценивать выраженность физиологических реакций организма на воздействие.

В связи с этим разработан программно-аппаратный комплекс (ПАК) «кислородный прибор тренировочный» с электронным управлением (КПТ-ЭУ) на базе устройства формирования искусственных газовых смесей (УФИГС) «БАРС-ГД», который совместим с различными вариантами ЗС и обеспечивает моделирование более адекватных условий дыхания под избыточным давлением с использованием гипоксических смесей, эквивалентных условиям пребывания на высотах более 12 км.

В основе разработанной технологии лежит научно-методическое обоснование потенциальной применимости моделирующего стенда с управляемой гипоксией, регулируемого по величине и скорости создания давления на тело и использования автоматизированных систем медицинского контроля для оценки соответствия резервных возможностей организма предъявляемым требованиям.

Важным достоинством ПАК УФИГС «БАРС-ГД» является его совместимость с системой оперативного медицинского контроля (СОМК), в состав которой входит современная цифровая медицинская аппаратура, позволяющая непрерывно регистрировать электрокардиограмму, дыхательные объемы, показатели насыщения крови кислородом, а также дискретно измерять артериальное давление тахо-осциллографическим способом.

С учетом этого функциональные и эксплуатационные возможности ПАК УФИГС «БАРС-ГД» существенно превосходят аналогичные показатели серийного комплекта кислородного прибора тренировочного КПТ-2:

расширены возможности проверки высотного снаряжения и перегрузочного снаряжения различных типов;

он имеет 3-4 кратное преимущество по массе;

- использование в качестве основного рабочего газа сжатого воздуха, получаемого с помощью безмасляного компрессора, который автоматически смешивается с криогенным азотом, существенно повышает уровень пожарной безопасности;

- создание управляемой гипоксии практически любых степеней позволяет использовать ПАК УФИГС в качестве универсального средства для оценки гипоксической устойчивости

пациента в нормобарических условиях как при проведении тестовых нагрузок, так и в исследовательских целях;

- совместимость ПАК УФИГС с СОМК и с другими функционально-нагрузочными стендами (велозергометром, статозергометром, орт-столом и т.п.) обеспечивает возможность проведения комбинированных функциональных проб, предусматривающих сочетанное воздействие дозируемой гипоксии с респираторной, динамической или статической физической нагрузкой, а также постуральными пробами, что существенно расширяет диапазон оценки функциональных резервов у спортсменов высокого уровня, летного состава и лиц опасных профессий.

Разработанный ПАК УФИГС «БАРС-ГД» одновременно может использоваться в качестве средства проведения нормобарической интервальной гипоксической тренировки летного состава, позволяющей существенно повысить неспецифическую устойчивость организма к экстремальным факторам летного труда.

С помощью ПАК УФИГС «БАРС-ГД» могут быть реализованы любые лечебные режимы гипокситерапии для пациентов с различными нозологическими заболеваниями дыхательной и сердечно-сосудистой системы в соответствии с методическими рекомендациями, утвержденными Минздравом РФ. Причем в отличие от серийных гипоксикаторов, выпускаемых отечественными фирмами для медицинских целей, ПАК УФИГС «БАРС-ГД» применим при выраженной гипертонии благодаря СОМК, включающей средства регистрации артериального давления (в стандарте для таких пациентов есть противопоказания).

СОМК позволяет:

объективизировать процедуру оценки исходного состояния пациента (первые три пробы - тестовые для оценки чувствительности к гипоксии, устойчивости (переносимости) и пластичности регуляторных механизмов);

регулировать режимы нагрузки в зависимости от текущего состояния пациента в течение сеанса и курса;

предусматривает возможность плавной смены уровня гипоксии в зависимости от выраженности физиологических реакций ( $\text{SaO}_2$ , АД, ЧСС, МОД).

При необходимости ПАК на базе УФИГС позволяет обеспечивать адекватную респираторную поддержку у пациентов во время транспортировки, причем в ряде случаев обеспечивал преемственность при проведении респираторной поддержки у пациентов с тяжелыми нарушениями газообмена.

Экспериментальная оценка эффективности предложенных медико-технических решений подтвердила новизну и перспективность для практики оригинальных методик и конструкции

технических средств обучения летчика на основе адаптивной настройки характеристик и параметров

измененной газовой среды для освоения безопасной эксплуатации защитного снаряжения в высотном полете, а также пригодности для реализации метода в условиях авиационного госпиталя.

Внедрение нового поколения медицинских стендов, обеспечивающих адекватное моделирование ожидаемых условий деятельности в экстремальных или аварийных ситуациях и позволяющих качественно и количественно оценивать функциональное состояние человека в процессе тестирования или тренировки, раскрывает новые возможности по решению проблем безопасности деятельности лиц опасных профессий.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 06-07-8932а.