



УДК 623.46
ГРНТИ 78.25.14

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОЗДУХО- РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСЬЮ АЭРОДРОМНЫХ СЛУЖБ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

*О.Н. ФИЛИМОНОВА, доктор технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.В. ИВАНОВ, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
Л.Н. КОСТЫЛЕВА, кандидат географических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
В.И. КАШНИКОВ, кандидат географических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

Анализируются организационно-технические мероприятия при формировании авиационных баз, исправность аэродромной техники и оперативность выполнения штатных работ по подготовке воздушных судов к полётам, где среди организационно-технических операций подготовки особое место занимает электрогазовая служба, и определяющий характер носит наличие современных высокоэффективных воздуходелительных установок.

Ключевые слова: воздуходелительная установка; аэродром; обеспечение; воздушные суда.

IMPROVING OF THE AIR SEPARATION UNIT FOR GAS SUPPLY AIRFIELD SERVICES IN THE PREPARATION OF AIRCRAFT

*O.N.FILIMONOVA, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
A.V. IVANOV, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
L.N. KOSTYLEVA, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
V.I. KASHNIKOV, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

Analyzed organizational-technical actions in the formation of the air bases, the serviceability of airfield equipment and promptness of the staff work to prepare aircraft for flight, where, among the organizational and technical preparation operations occupies a special place electrical and gas service, and defines the nature of the availability of modern highly efficient air separation units.

Keywords: air separation unit; airport security; aircraft.

Введение. Военно-космические силы, как показал опыт боевого применения авиационных группировок в Сирии при подавлении террористических групп, является



основным ударным элементом ведения ограниченных и локальных боевых действий [1]. Перед возрастающей угрозой возможной агрессии со стороны западных стран необходимость укрепления военно-воздушных сил Российской Федерации и формата их использования в военных операциях должно основываться на достаточном материально-техническом обеспечении аэродромных служб мест базирования авиасоединений [2].

Актуальность. В настоящее время ещё продолжается дискуссия о принципах формирования военно-технического и материального обеспечения аэродромно-технических служб, однако общепризнанным посылом среди военных специалистов является факт жизнеобеспечения летного состава дыхательными смесями при выполнении боевых задач в верхних слоях атмосферы, обедненных кислородом [3].

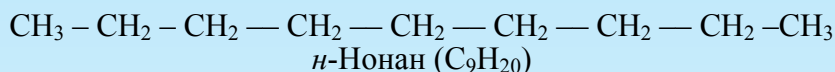
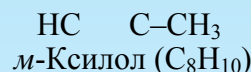
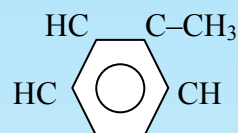
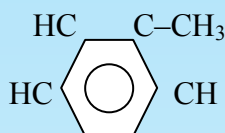
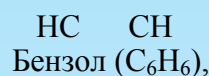
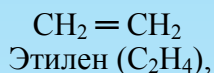
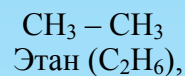
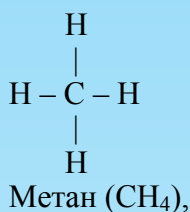
Интенсивность полетов в военное время резко возрастает, поэтому эффективность их выполнения зависит от необходимых объемов дыхательных смесей, получаемых с помощью мобильных воздухоразделительных установок (ВРУ) военного назначения.

Среди организационно-технических мероприятий подготовки воздухоразделительных установок для работы в штатном режиме особое место занимает электрогазовая служба, в ведении которой находится система разделения воздуха на компоненты низкотемпературной ректификацией с последующим накоплением в специальных сосудах сжиженных азота и кислорода. Важность этой системы состоит в том, что, по существу, именно с её помощью достигается возможность полётов на больших высотах (экипаж на этих высотах применяет специально подготовленную азотно-кислородную смесь для дыхания) [4].

В военных условиях, когда частота полётов для выполнения боевых задач резко возрастает, наличие исправных воздухоразделительных установок носит определяющий характер. Номенклатура ВРУ, стоящих на вооружении ВКС Российской Федерации (РФ) недостаточна в виду невысоких расходных характеристик. Например, ВРУ АКДС-70М способна выдавать до 70 кг/ч жидких азота и кислорода, что может быть не достаточно. В связи с этим НПО «Гелиймаш» приступил к отработке спроектированной и выпущенной в пробную серию ВРУ нового поколения ТКДС-100В [5]. Однако, лидерные испытания ВРУ ТКДС-100В показали, что на данном этапе невозможно достижение требуемых тактико-технических характеристик.

Современный аспект применения военно-воздушных сил в различных локализациях, не связанных с территорией РФ, требует использования ВРУ, обладающих более мобильными качествами и высокоэффективными процессами разделения и сжижения компонентов воздуха.

Следует отметить, что материально-техническое обеспечение должно строиться по новым стандартам, отвечающим современным реалиям. Во-первых, необходимо уменьшить габаритно-массовые характеристики ВРУ нового поколения, уменьшить толщину теплоизоляции без снижения её эффективной работы, а также снизить степень недорекуперации основных теплонапряженных элементов ВРУ, функционирующих по холодильному циклу Карно. Во-вторых, ещё один немаловажный фактор – экологический. Дислокация ВРУ вблизи промышленных и густонаселенных районов с чрезмерным загрязнением окружающей среды, также усложняет их работу и, следовательно, снижает эффективность. В соответствии с действующими нормативами, принятыми в вооруженных силах РФ, работа воздухоразделительной установки должна обеспечиваться в течение 24-х часов [6]. Это означает, что переработка большого количества загрязненного воздуха, в основном компонентами углеводородного ряда [7]:



может при получении жидкого кислорода сынициировать подслоное воспламенение из-за превышения предела растворимости и выпадении их в твердом виде в осадок, главным образом, в конденсаторе и испарителе ректификационных колонн.

Поэтому базирование ВРУ нового поколения должно планироваться с учётом вышеуказанного обстоятельства.

В последнее время стали разрабатываться бортовые ВРУ на адсорбционном принципе, но их небольшая производительность является сдерживающим фактором.

Возвращаясь к оценке исправности и надёжности наземных мобильных воздуходелительных установок, следует указать на проблемные функциональные характеристики реперных узлов ВРУ помимо низкотемпературной ректификационной колонны. Нагнетание с одновременным сжатием воздуха осуществляется в компрессоре. При этом нежелательность загрязнения сжатого воздуха маслами минимизируется конструкционными особенностями и компоновкой цилиндров вместе с поршневой группой. Поэтому требования к материалам, из которых изготавливается сам компрессор, должны быть высокочитерияльными, что означает сведение к минимуму коэффициента обратного перетока и скорости процесса истирания контактирующих поверхностей. Аналогичные проблемы возникают с низкотемпературным детандером.

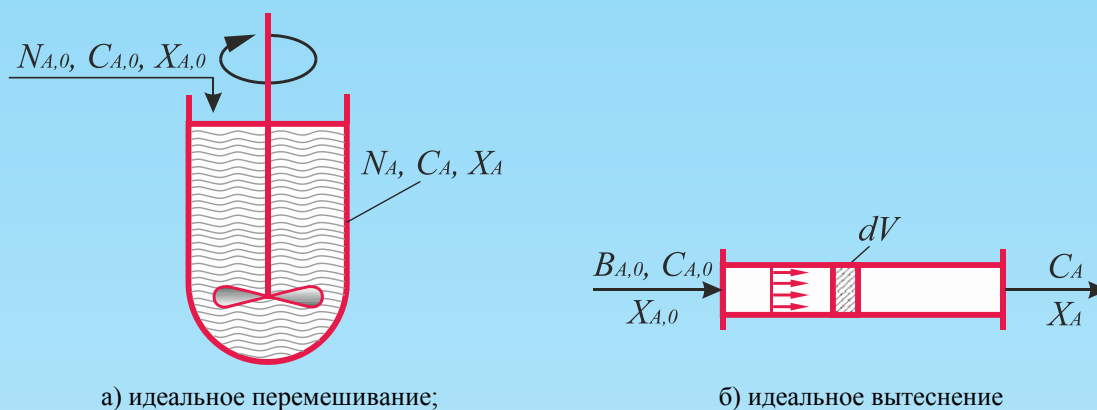


Рисунок 1 – Модели идеального перемешивания и вытеснения

Перечислена только малая толика проблем организационно-технического характера, а основная задача будет состоять, по-видимому, в доведении до нужных кондиций предлагаемую к внедрению ТДКС-100В. Эта работа должна состоять, во-первых, из анализа массива экспериментальных данных, полученных при лидерных испытаниях, с целью выявления основных закономерностей изменения параметрических показателей воздухоразделительной установки, а во-вторых, необходимо приступить к моделированию воздухоразделительных установок в целом. В виду сложности решения второй задачи, при синтезе математической модели следует исходить из идеальных гидродинамических представлений – идеальное перемешивание и идеальное вытеснение (рисунок 1) [8].

На вышеприведенном рисунке схематично показана суть гидродинамических идеализаций (интенсивное перемешивание и поршневой режим течения соответственно), которые описываются простейшим математическим аппаратом дифференциальных уравнений. Для идеального перемешивания формализация модели приводит к математической задаче [9]:

$$\frac{d\Omega}{dt} = \frac{1}{\tau}(\Omega_{ex} - \Omega);$$

$$\Omega(0) = \Omega_0,$$

а для идеального вытеснения:

$$\frac{\partial \Omega}{\partial t} = -u \frac{\partial \Omega}{\partial x},$$

$$\Omega(x, 0) = \Omega_0; \Omega(0, t) = \Omega_{ex},$$

где Ω – искомый потенциал (температура или концентрация), τ – время пребывания, u – скорость течения среды, t, x – текущее время и аксиальная координата.

Комбинация этих моделей, а также учёт байпасирования и наличия застойных зон позволит получить виртуальный инструментарий для исследований и отработки параметрических характеристик существующих и вновь проектируемых воздухоразделительных установок.

Выводы. Таким образом, при формировании парка современных ВРУ необходимо ориентироваться не только на структурное перестроение аэродромно-технических



подразделений, но и на модернизацию коренным образом материальной составляющей электрогазовых служб, ключевой позицией которых является ВРУ. При этом необходимо довести до внедрения станцию нового поколения ТДКС-100В и разработать инструментарий для исследования и параметрической оптимизации существующих и вновь разрабатываемых воздухоразделительных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кураченко П.И. ВКС новый щит России // Воздушно-космические силы. 2016. № 1. С. 86.
2. Быстренко В.И. ДКБ ОДКБ непростой путь к коллективной безопасности // Наука и Мир. 2015. Т. 2. № 2 (18). С. 12.
3. Николаенко, В.Д. Организация Договора о коллективной безопасности (истoki, становление, перспективы). М.: Политика, 2004. 154 с.
4. Технические средства тылового обеспечения: справочник. М.: Военное издательство, 2003. 343 с.
5. Транспортабельная кислородоазотодобывающая станция ТКДС-100В [Электронный ресурс]. URL: <http://www.selink.ru/node/205>
6. Butowski, P. Air Power Analysis: Russian Federation // International Air Power Review. 2004. P. 128.
7. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. СПб.: Наука, 1991. 392 с.
8. Бесков В.С. Общая химическая технология : Учебник для вузов. М.: Академкнига, 2005. 452 с.
9. Федоткин И.М. Математическое моделирование технологических. М.: ОЗОН, 2015. 416 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Kurchenko P.I. ASF a new Russian shield // Air and space forces. 2016. No. 1. P. 86.
2. Bystrenko V.I. CST collective security Treaty organization is not an easy road to collective security // Science and World. 2015. Vol. 2. No. 2 (18). P. 12.
3. Nikolaenko V.D. Organization of the collective security Treaty (the origins, formation, perspectives). M.: Policy, 2004. 154 p.
4. Technical logistics capabilities: handbook. M.: Military Publishing House, 2003. 343 p.
5. Transportable oxygen and nitrogen extracting station TCDS-100V [Electronic resource]. URL: <http://www.selink.ru/node/205>
6. Butowski P. Air Power Analysis: Russian Federation // International Air Power Review. 2004. P. 128.
7. Rabinovich V.A., Havin Z.Y. Brief chemical. SPb.: Science, 1991. 392 p.
8. Beskov V.S. General chemical technology : Textbook for universities. M.: Academkniga, 2005. 452 p.
9. Fedotkin I.M. Mathematical modeling of technological processes. M.: OZONE, 2015. 416 p.

© Филимонова О.Н., Иванов А.В., Костылева Л.Н., Кашников В.И., 2017



Филимонова Ольга Николаевна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Иванов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, начальник научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Костылева Людмила Николаевна, кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Кашников Владимир Иванович, кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru