УДК 623.746.3:629.7.048.4

Чава К.С.
Національний авіаційній університет, Київ, ekaterinaserheevna@gmail.com

КИСНЕВЕ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ

Використання військово-транспортних літаків для здійснення оборонних операцій на території України є досить актуальним питанням. Виконання бойових завдань – непередбачуваний процес з високими навантаженнями та екстремальними умовами важливістю якого є довготривалість польоту. Можливість дозаправки в повітрі зміщує пріоритет для роботи в нормальних і аварійних умовах до оптимального вибору кисневої системи військово-транспортних літаків.

На рівні землі і при збільшенні висоти концентрація кисню у повітрі залишається постійною і становить близько 21%, але парціальний тиск кисню при збільшенні висоти (частинковий тиск кисню в суміші газів, який відповідає його фракції у цій суміші) зменшується. Це приводить до гіпоксії (кисневого голодування) - стану в якому організм не отримує достатньої кількості кисню для підтримки нормальної життєдіяльності (насичення легень, системи кровообігу та інших тканин організму). Відсутність достатньої кількості кисню організму також впливає на діяльність мозку та відповідно на реакцію екіпажу і швидкість прийняття рішень, що не є прийнятним для керування літаком. Парціальний тиск кисню становить приблизно 20% від загального атмосферного тиску. Якщо на рівні моря, це буде близько 152 мм рт. ст., то тиск в легенях - 102 мм рт. ст. Оскільки в легенях безперервно відбувається газообмін, вони містять інші гази які створюють відносно постійний тиск, що розбавляє кисень (наприклад водяна пара становить 47 мм рт. ст., а вуглекислий газ - 40 мм рт.ст.). Ці гази прагнуть витіснити частину кисню, коли він досягає рівня легенів, тому вони знижують парціальний тиск кисню в легенях і він знижується до 102 мм рт.ст. [1].

Кисневе обладнання літаків призначено для подачі достатньої кількості кисню організму людини у разі зниження барометричного тиску внаслідок підйому на висоту для запобігання гіпоксії та підтримує парціальний тиск шляхом збільшення концентрації кисню між мінімальним та максимально допустимим значенням [1].

Джерелом постачання кисню може бути: балонна система зі зберіганням кисню на борту літака - газоподібного (GOX - gaseous oxygen) чи рідкого (LOX - Liquid Oxygen) або система генерації кисню, що виробляє кисень з зовнішнього повітря - бортові системи генерації кисню (OBOGS - On-Board Oxygen Generating System) [2].

У газоподібній кисневій системі [3], системі першого покоління, кисень зберігається при 1800 – 2200 psi в балонах високого тиску. Кисень подається до екіпажу через вентилі балонів, трубопроводи до регулятору тиску, який знижує тиск до 70–90 psi, і далі до кисневих приладів та масок кожного з членів екіпажу. Основним недоліком цієї системи є вага та обсяг балонів для зберігання. Балони заряджаються за допомогою точки заряджання збоку літака, до якої підключається зовнішнє джерело кисню (GOX). Щоб забезпечити зберігання більшої кількість кисню, системи другого покоління зберігають кисень у кисневих балонах виконаних по типу посудини Дьюара, який потім перетворюється на пару шляхом проходження через газифікатор (теплообмінник), де температура кисню підвищується майже до температури кабіни і подається на регулятор та маски. Зберігання в рідкому вигляді дозволяє збільшити об’єм кисню приблизно в п'ять разів порівняно з GOX, але балони LOX потрібно знімати з літака для повторної заправки. Система LOX також вимагає значної інфраструктури для зарядки, що перешкоджає розгортанню літаків на непідготовлених базах [4]. Випаровування LOX є ще одним обмеженням, яке вимагає

частого поповнення, яке ще більше збільшується вартість обслуговування системи. LOX потенційно піддається ризику забруднення токсичними матеріалами, найчастіше оксидами азоту, вуглецю монооксид, сірководень, трихлоретилен і вуглеводні.

Системи OBOGS – системи третього покоління (робочий діапазон температур від мінус 40°C до 80°C і тиск подачі від 1 до 8 бар [2]) значно зменшують вагу і об'єм, необхідний для зберігання кисню, оскільки він виробляється на борту за допомогою генератора кисню виконаного по типу молекулярного сита (MSOG). MSOG забирає навколишнє повітря та відокремлює кисень від інертних газів. Матеріал, який використовується як молекулярне сито це цеоліт, який фільтрує молекули азоту, коли повітря проходить через нього. В OBOGS цей пристрій називається концентратор [5]. Кристалічні цеоліти мають тетраедричну структуру, з’єднану натрієм або кальцієм, утворюючи клітини або порожнини. Ці клітини мають спорідненість до адсорбції молекул. Оскільки молекули азоту більші за кисень та інші молекули, вони фільтруються молекулярним ситом. У концентраторі кисень і азот розділені завдяки тому, що азот міцно утримується всередині ситової клітки, ніж кисень. Кисневий концентратор зазвичай складається з двох або більше шарів молекулярного сита [5], через кожен з яких пропускається стиснене повітря. Це стиснене повітря надходить із системи контролю навколишнього середовища літака який відводить повітря з компресора двигуна. Після концентратора виділений газ містить від 90 до 95 % кисню та решту аргону.

Системи OBOGS забезпечують безперервну подачу, однак основним недоліком є те, що несправність відведення повітря з двигуна призводить до відмови OBOGS. Система може працювати в діапазон температур від - 40 °C до 80 °C і тиск подачі від 1 до 8 бар. Такі системи розробляються з урахуванням високих вимог до надійності та безпеки та мають резервні компоненти, щоб забезпечити безперервне постачання кисню в разі відмови основної системи. Система OBOGS забезпечує високу гнучкість у розгортанні літаків, оскільки не потребує спеціальної інфраструктури для зберігання та поповнення кисню. Це дозволяє літакам діяти з будь-якої бази, включаючи ті, які не мають розвиненої логістичної підтримки.

До переваг використання систем OBOGS також можна віднести:

- покращення технічних характеристики літака (через відсутність балонів);
- необмежена тривалість постачання кисню, через вироблення саме на борту літака;
- зменшення витрати на обслуговування та логістику (такі як з перевезенням та зберіганням рідкого або газоподібного кисню), що підвищує оперативну ефективність.
- зменшує ризики, пов'язані з зберіганням рідкого кисню (є вибухонебезпечним і може бути забруднений токсичними матеріалами) і транспортуванням.

Кожна система має свої переваги та недоліки, але удосконалення виробництва систем OBOGS є перспективною технологією для майбутніх розробок кисневих систем у військовій авіації особливо для легких літаків або літальних апаратів великої дальності польоту.

Список посилань

1. Joint service specification guide. 2010-10.
2. NASA/CR-2001-210903. On-board oxygen generation system
3. SAE-AIR825/6.
4. Christopher T. Carey, “A Brief History of US Military Aviation Oxygen Breathing Systems”.
5. Mil-D-85520.