

УДК 629.7

М.В. Купрієнко, С.В. Вихрицький, С.А. Купрієнко

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ БЕЗПІЛОТНОГО НАДЗВУКОВОГО ЛІТАКА РОЗВІДНИКА

В статті досліджується можливість створення в Україні безпілотного літака розвідника для заміни морально застарілих Ту-141 «Стриж», Ту-143 «Рейс» та пілотованого Су-24МР, який відповідатиме вимогам сучасної війни. Розглядається можливість використання безпілотного літака – першого ступеня повітряно-космічної системи. В результаті теоретичного дослідження представлена розроблена конструктивно-компонувальна схема надзвукowego безпілотного літака-розвідника.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, додатковий паливний бак, конструктивно-компонувальна схема, повітряно-космічна система, підвісний контейнер, тактико-технічні вимоги.

Вступ

Аналіз практичного застосування безпілотних літальних апаратів-розвідників в локальних війнах дозволяє зробити висновок, що вони зарекомендували себе, як надійний, малозатратний спосіб отримання розвідувальної інформації. Сучасні надзвуківі літаки-розвідники оснащені досконалим розвідувальним устаткуванням, що дозволяє оперативно вирішувати широке коло розвідувальних задач у будь-який час доби, у будь-яких умовах погоди. В [1] показано, що для повітряної розвідки не доцільно використовувати пілотовані літальні апарати, адже коефіцієнт втрат літаків-розвідників дуже високий, відповідно й втрата підготовленого екіпажу несе за собою величезні витрати. Тому, з метою уникнення втрат екіпажів та, в деякій мірі, покращення способу отримання розвідувальної інформації про противника багатьма арміями використовуються безпілотні літальні апарати-розвідники (БПЛА). В Україні існує проблема створення нових, або модернізація існуючих БПЛА, які могли б відповідати сучасним вимогам, а саме мати потрібну дальність польоту, в залежності від призначення, бути пристосованими для польоту через радіаційно, хімічно або біологічно заражені зони, не вимагати створення спеціальних аеродромів для зльоту та посадки, бути мінімально вразливими для сил ППО противника, та головне, з найбільшою точністю, в найкоротші терміни добувати найбільш повну розвідувальну інформацію про противника.

З метою зменшення затрат на розробку нового БПЛА більш доцільно буде використати модифікацію БПЛА іншого призначення. Тому розглядається можливість створення БПЛА-розвідника на основі першого ступеня безпілотної транспортної повітряно-космічної системи (ПКС).

Аналіз досліджень і публікацій. З аналізу [1] слідує, що в даний час Україна ще експлуатує комплекси БПЛА військового призначення радянського

виробництва, а саме безпілотні авіаційні комплекси ВР-3 "Рейс" та ВР-2 «Стриж», що дісталися Україні в спадщину від СРСР. При цьому дані комплекси вже відстають від сучасних зразків подібної техніки і потребують заміни, ремонту і модернізації. Тому ідея створення нового безпілотного літака-розвідника на основі першого ступеня безпілотної транспортної повітряно-космічної системи являється актуальною [3].

Для створення такого БПЛА, як і взагалі будь-якого літального апарату, спочатку потрібно сформулювати тактико-технічні вимоги (ТТВ), згідно [2]. Виходячи з призначення даного БПЛА такими вимогами являються наступні:

– безпілотний літальний апарат має бути багаторазовим і оснащуватися відповідним розвідувальним обладнанням;

– аеродром базування повинен мати злітно-посадочну смугу для зльоту-посадки БПЛА завдовжки від 1,5 до 2,5 км. В цьому діапазоні повинні знаходитись довжина зльоту і пробігу БПЛА.

– після зльоту здійснюється набір висоти і швидкості. Швидкість під час виконання бойового завдання повинна складати не менше 2М та висота – 12 км, для якісного виконання розвідувального завдання.

– для забезпечення оперативно-тактичної глибини дії дальність польоту літака повинна становити близько 1000 км.

– БПЛА повинен бути універсальним для виконання різного роду завдань.

Постановка завдання. Як показує практика [1], створення нового, досконалого літального апарату несе за собою значні витрати, які для Збройних Сил України, що в даний час перебувають на етапі реформування, будуть надмірно великі.

Отже, оцінка можливості використання планера першого ступеня ПКС (рис. 1) для створення БПЛА-розвідника оперативно-тактичного призначення являється основною метою статті.

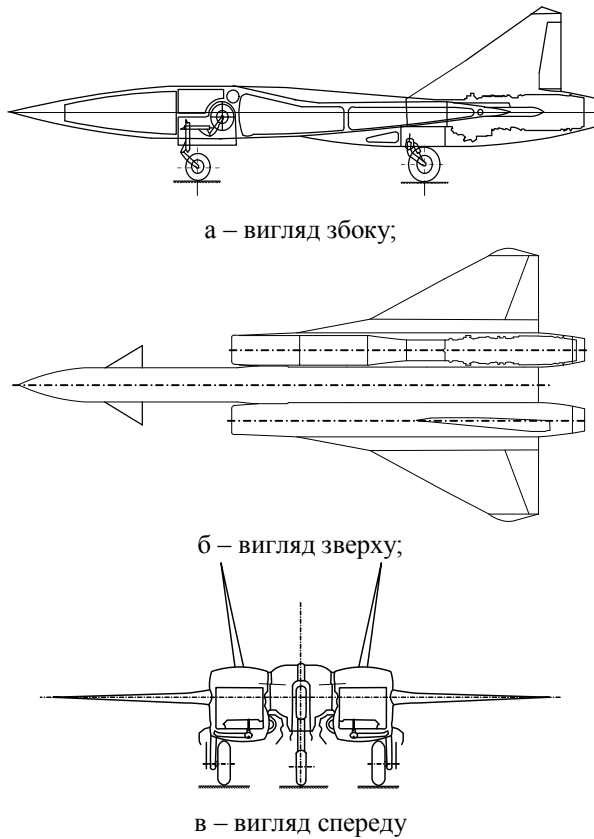


Рис. 1. Конструктивно-компоновальна схема БПЛА – першого ступеня ПКС

Основний матеріал

БПЛА виконаний по аеродинамічній схемі "безхвостка" з додатковим переднім горизонтальним оперенням і являє собою середньоплан з тонким крилом середнього подовження подвійної стріло-видності передньої кромки, з двохкільовим горизонтальним оперенням, суцільноповоротним додатковим переднім горизонтальним оперенням, трьохпорною схемою шасі. Така аеродинамічна компоновка найбільш повно задовольняє вимогам, що висувається до висотного, швидкісного літака.

Силова установка включає два турбореактивних двоконтурних двигуна з форсажною камерою АИ-222-25Ф, розташованих поряд в підкрильових мотогондолах із стендовою тягою на форсажі 4500 кгс та на максималі 2800 кгс кожний. Разом з тим, що дані двигуни мають високу надійність, тягоозброєність, та економічність, вони являються двигунами вітчизняного виробництва.

Для обґрунтування можливостей реалізації вищевказаних тактико-технічних вимог до БПЛА було вирішене рівняння існування, яке є математичним виразом зв'язку всіх властивостей літака. Рівняння існування згідно з [2] має вигляд:

$$m_0 = m_{пл} + m_{cy} + m_{п} + m_0 + m_{п}, \quad (1)$$

а у відносному вигляді після ділення всіх складових рівняння на m_0 (злітну масу літака):

$$1 = \xi_{пл} + \xi_{cy} + \xi_{п} + \xi_0 + \xi_{п}, \quad (2)$$

де $\xi_{пл}$ – відносна маса планера; ξ_{cy} – відносна маса силової установки; $\xi_{п}$ – відносна маса палива; ξ_0 – відносна маса обладнання; $\xi_{п}$ – відносна маса корисного навантаження.

Відносна маса планера визначається виразом:

$$\xi_{пл} = \left(\frac{a + b \cdot K_{оп} \cdot g}{p_0} \right) \cdot K_t + \xi_{зпл} + \xi_{пов.вуз}, \quad (3)$$

де a – статистичний коефіцієнт, що враховує масу несучих частин планера; b – статистичний коефіцієнт, який дорівнює середній масі одного квадратного метра крила літака; $K_{оп}$ – коефіцієнт, що враховує масу оперення, $K_{оп} = 1 + S_{оп}/S_{кр} = 1$; p_0 – питома навантаження на крило, $p_0 = G/S_{кр} = 210000/54,66 = 3842 \text{ Н/м}^2$; K_t – коефіцієнт, що враховує кінетичний нагрів конструкції, $K_t = 1,141$; $\xi_{зпл}$ – відносна маса злітно-посадкових пристроїв, $\xi_{зпл} = 0,03$. Величини коефіцієнтів a і b вибирають зі статистичних даних і для нашого випадку складають 0,17 та 40 кг/м² відповідно, $\xi_{пов.вуз}$ – відносна маса поворотного вузла (в даному випадку не враховується).

$$\xi_{пл} = (0,17 + 40 \cdot 1 \cdot 9,8) / 3842 \cdot 1,141 + 0,03 = 0,34;$$

$$\xi_{cy} = \frac{m_{cy}}{m_0} = \frac{K_{дв} \cdot m_{дв} + m_{сис}}{m_0} = K_{дв} \cdot \xi_{дв} + \Delta \xi_{сис}, \quad (4)$$

де $K_{дв} = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує масу вузлів кріплення двигуна; $\Delta \xi_{сис} = (0,05 \dots 0,1) \xi_{п}$ – відносна маса систем силової установки (в основному паливної), що враховує масу паливних баків, насосів, трубопроводів; $\xi_{дв}$ – відносна маса двигунів;

$$\xi_{cy} = 1,2 \cdot 0,15 + 0,017 = 0,197;$$

$$\xi_{п} = (\sum \xi_{пi} + \Delta \xi_{п}) K_{нав}, \quad (5)$$

де $\xi_{пi}$ – відносна маса палива, що витрачається на i -й ділянці горизонтального польоту; $\Delta \xi_{п} = 0,1$ – відносна маса палива, що витрачається на зліт, набирання висоти, зниження, посадку, руління по аеродрому; $K_{нав} = 1,07$ – коефіцієнт навігаційного запасу.

$$\sum \xi_{пi} = 0,26; \xi_{п} = (0,26 + 0,1) \cdot 1,07 = 0,385;$$

$$\xi_0 = 100/21000 = 0,0047; \xi_{п} = 1500/21000 = 0,071;$$

$$0,34 + 0,197 + 0,385 + 0,0047 + 0,071 \approx 1.$$

З даного рівняння можна зробити висновок про можливість створення БПЛА-розвідника оперативно-тактичного призначення

Його масові характеристики складають:

$$m_{пл} = 7140 \text{ кг}; m_{cy} = 4137 \text{ кг}; m_{п} = 8085 \text{ кг};$$

$$m_0 = 99 \text{ кг}; m_{п} = 1491 \text{ кг}.$$

Таким чином злітна маса літака склала $m_0 = 20952$ кг. При розрахунку рівняння існування був врахований підвісний контейнер з сучасним розвідувальним обладнанням та підвісний бак, для забезпечення потрібної дальності польоту, розташований зверху (рис. 2).

Підвісний контейнер та додатковий паливний бак розташовані відносно центра мас так, що на загальне центрування літака мають незначний вплив.



Рис. 2. Схема БПЛА з верхнім розташуванням додаткового паливного баку та нижнім розташуванням контейнера з розвідобладнанням

Положення середньої аеродинамічної хорди по поздовжній осі літака X .

$$b_a = b_{a_1} \cdot \frac{S_1}{S} + b_{a_2} \cdot \frac{S_2}{S} = 9,2 \cdot \frac{17,6}{23} + 2,7 \cdot \frac{5,4}{23} = 7,67; \quad (6)$$

$$x_a = x_{a_1} \cdot \frac{S_1}{S} + x_{a_2} \cdot \frac{S_2}{S} = 4,6 \cdot \frac{17,6}{2,3} + 11,3 \cdot \frac{5,4}{23} = 6,2; \quad (7)$$

де b_{a_1} та b_{a_2} – САХ центральної та консольної частин крила; x_{a_1} та x_{a_2} – координати носків САХ частин крила відносно осі z , яка проходить через початок кореневої хорди.

Центр мас конструкції крила знаходиться на відстані $(0,42 \dots 0,45)b_A = 0,42 \cdot 7,67 = 3,2$ від носка САХ. Центр мас конструкції фюзеляжу знаходиться приблизно на відстані $0,45L_{\text{ф}} = 0,45 \cdot 15 = 6,75$ від його носка. Центр мас оперення прийнятий посередині САХ оперення. Положення центра мас літака з урахуванням обладнання, яке встановлюється на БПЛА визначається виразом:

$$x_{\text{цм}} = \sum m_i x_i / \sum m_i \quad (8)$$

та може бути розраховане таким чином

$$x_{\text{цм.взліт}} = \frac{161080}{20318} = 7,93;$$

$$x_{\text{цм.посадка}} = \frac{111950,16}{14362} = 7,79.$$

Відповідно відносна координата центра мас буде складати:

$$\bar{x}_{\text{цм.взліт}} = \frac{x_{\text{цм}} - x_A}{b_A} = \frac{(7,93 - 6,1)}{7,63} = 0,24; \quad (9)$$

$$\bar{x}_{\text{цм.посадка}} = \frac{x_{\text{цм}} - x_A}{b_A} = \frac{(7,79 - 6,1)}{7,79} = 0,221, \quad (10)$$

де x_A – абсциса початку САХ.

З даних розрахунків видно, що центр мас знаходиться в допустимих межах ($x_{\text{цм}} = 0,22 \dots 0,27$) [2].

Висновки

У даній статті представлено теоретичне обґрунтування можливості розробки надзвукового безпілотного літака-розвідника. В рамках дослідження проведено аналіз завдань надзвукового БПЛА-розвідника.

Виходячи з загальних характеристик даного безпілотного літака, основним його призначенням є ведення розвідки, незалежно від метрологічних умов та часу доби, безперервне передавання інформації на наземні пункти управління. Успішному застосуванню безпілотного літака сприяє раціональна компоувальна схема в поєднанні з високою тягоозброєності силової установки.

Сформовано обрис надзвукового БПЛА розвідника. Особливістю конструктивно – компоувальної схеми є верхнє розташування підвісного паливного баку та нижнє розташування підвісного контейнера з розвідувальним обладнанням. Використання підвісного паливного баку дозволило збільшити практичну дальність польоту до 1020 км;

Проведений на основі рівняння існування розрахунок злітної маси та перевірочний розрахунок діапазону центрувань літака дозволяє стверджувати, що даний БПЛА створити можливо.

Список літератури

1. Гребеников А.Г. Проблемы создания беспилотных комплексов в Украине / А.Г. Гребеников, А.К. Мяслица, В.В. Парфенюк // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: ХАИ, 2009. – № 42. – С. 111-119.
2. Проектирование самолетов / под ред. С.М. Егера. – М.: Машиностроение, 1983. – С. 127-233.
3. Соловьев О.В. Предельная оценка основных летно-технических характеристик транспортной воздушно-космической системы / О.В. Соловьев, Е.А. Укринец, А.А. Шалыгин, В.Д. Комаров // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – Х.: ХУПС, 2012. – № 4(33). – С. 50-58.

Надійшла до редколегії 3.03.2014

Рецензент: канд. техн. наук, ст. наук. співр. А.В. Приймак, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ БЕСПИЛОТНОГО СВЕРХЗВУКОВОГО САМОЛЕТА РАЗВЕДЧИКА

М.В. Куприенко, С.В. Вихрицкий, С.А. Куприенко

В статье исследуется возможность создания в Украине беспилотного самолета разведчика для замены морально устаревших Ту-141 «Стриж», Ту-143 «Рейс» и пилотируемого Су-24МР, который будет отвечать требованиям современной войны. Рассматривается возможность использования беспилотного самолета – первой степени воздушно-космической системы. В результате теоретического исследования представлена разработана конструктивно компоновочная схемы сверхзвукового беспилотного самолета-разведчика.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, дополнительный топливный бак, конструктивно компоновочная схема, воздушно-космическая система, подвесной контейнер, тактико-технические требования.

**DEVELOPMENT STRUCTURALLY OF LAYOUT CHART
OF BESPILOTNOGO SUPERSONIC AIRPLANE OF SECRET SERVICE AGENT**

M.V. Kuprienko, S.V. Vikhrickiy, S.A. Kuprienko

In the article possibility of creation in Ukraine of without a pilot airplane of secret service agent is probed for replacement morally ramshackle That-141 «Swift», That-143 «Trip» and pilot-controlled Su-24ІД which will answer the requirements of modern war. Possibility of the use of without a pilot airplane is examined – to the first degree of the aerospace system. As a result of theoretical research the presented is developed structurally layout charts of supersonic without a pilot airplane-secret service agent.

Keywords: *without pilot aircraft, additional fuel tank, structurally layout chart, aerospace system, suspended container, tactic-technical requirements.*