

**К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ КОМПОНОВКИ
СПЕЦИАЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО САМОЛЕТА**

Статья посвящена одному из важных этапов процесса проектирования – определению оптимальной объемно-весовой компоновки, применительно к сельскохозяйственному самолету. Известно, что летно-технические и экономические характеристики самолета в значительной степени зависят от минимизации потерь на балансировку в процессе полета. Минимизация потерь на балансировку может быть обеспечена за счет уменьшения диапазона эксплуатационной центровки в процессе объемно-весовой компоновки самолета. С этой целью, на проектируемом самолете, предлагается использовать два сообщающихся бака для химикатов, с расходным баком в центре тяжести пустого самолета.

Мақола, самолётларни лойиҳалашнинг муҳим босқичларидан ҳисобланган “ҳажмий-вазний компоновка” жараёнига бағишланган бўлиб, қишлоқ хўжалик самолётини лойиҳалашга қаратилган. Маълумки, самолётнинг учши-техник характеристикаси ва иқтисодий самарадорлиги, кўп жиҳатдан, парвоз мобайнида мувозанат ҳолатини сақлаши учун йўқотишни камайтиришига боғлиқ. Мувозанат ҳолатини сақлаши учун йўқотишни камайтиришни амалга ошириш самолётнинг “ҳажмий-вазний компоновка” жараёнида эксплуатацион огирлик маркази ўзгартириш оралигини камайтириш ҳисобига амалга оширилади. Шу мақсадда, лойиҳаланаётган самолётда самолётнинг огирлик марказига ўрнатилган сарф баки билан ўзаро боғланган иккита химикат бакидан фойдаланиш таклиф этилади.

The article is devoted to one of the important stages of the design process, i.e. to calculation of optimum volumetric-weight configuration, with reference to the agricultural airplane. It is known that airplane performance and its economic features considerably depend on minimization of losses on stability balancing during the flight. Minimization of losses on stability balancing can be provided due to reduction of range of operational centroid alignment during the stage of volumetric-weight configuration layout design. Therefore in proposed airplane design initial tanks for chemicals installed far from centre of gravity (CG) location and supply tank installed in CG of airplane.

Проектирование, крыло, горизонтальное оперение, бак для химикатов, центровка, объемно-весовая компоновка, аэродинамическое качество, балансировка, диапазон эксплуатационной центровки, минимизация потерь на балансировку, разбег центровки, запас продольной статической устойчивости, расход топлива, расход химикатов

Известно, что летно-технические и экономические характеристики проектируемого самолета в значительной степени зависят от минимизации потерь на балансировку в процессе полета. Минимизация потерь на балансировку обеспечивается за счет уменьшения диапазона эксплуатационной центровки в процессе объемно-весовой компоновки самолета. Данная задача особенно актуальна при проектировании сельскохозяйственного самолета (СХС), так как расход полезной нагрузки – химикатов в процессе выполнения авиационно-химических работ (АХР) оказывает существенное влияние на центровку самолета. На эксплуатируемых в настоящее время специальных СХС: АТ-502, АТ-602, PZL-16, ... бак для химикатов расположен в отсеке между двигателем и кабиной летчика (рис. 1, а). Для сельскохозяйственных модификаций легких

многоцелевых самолетов характерно расположение бака для химикатов за кабиной летчика: Ан-2М, Z-37А, РС-6 ... (рис. 1,б). И в первом и во втором случаях самолет будет иметь значительные потери аэродинамического качества на балансировку либо в начале (бак спереди) либо в конце (бак сзади) выполнения АХР. Это обстоятельство требует увеличение площади горизонтального оперения (ГО), что отрицательно скажется на его весе и сопротивлении. В принципе существует такое компоновочное решение, при котором расход химикатов в процессе АХР не будет влиять на центровку, т.е. самолет будет иметь минимальные потери на продольную балансировку. Эта компоновочная схема СХС с двумя сообщающимися баками для химикатов и расходным баком в центроплане (рис. 1,в).

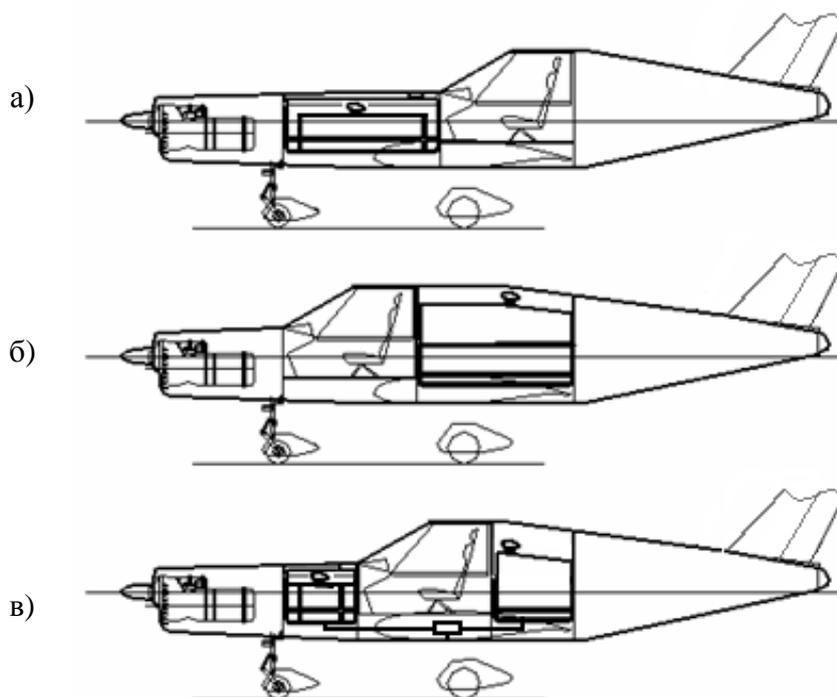


Рис. 1. Варианты размещения бака для химикатов в фюзеляже:
а) бак перед кабиной пилота; б) бак за кабиной пилота; в) два бака

Основные требования при компоновке – это обеспечение минимально-допустимого запаса продольной устойчивости и минимального разбега центровок, с целью уменьшения потерь аэродинамического качества самолета на балансировку. Оба эти требования связаны с положениями центра масс в различных конфигурациях загрузки. Для обеспечения минимального разбега центровок необходимо стремиться совместить положения центров масс пустого самолета и химикатов. Второе для различных вариантов компоновки обеспечивается по-разному:

1. В случае переднего положения бака для химикатов необходимо центр масс пустого самолета сместить вперед, это достигается выносом двигателя вперед;
2. В случае заднего положения бака для химикатов центр масс пустого самолета надо сместить назад, это достигается путем увеличения длины фюзеляжа и выносом оперения назад;
3. В случае разбиения бака для химикатов на две части, возможно обеспечение совмещения центра масс химикатов и центра масс пустого самолета, при этом расход химикатов не будет вызывать смещение центра масс. Это достигается подбором распределения химикатов между двумя баками.

Для проектируемого сельскохозяйственного самолета с двумя баками для химикатов центры масс определены для следующих случаев эксплуатации [1,2,3]:

1. Масса самолета взлетная: масса химикатов 100%, масса топлива на максимальную продолжительность проведения АХР (2 часа);
2. То же, но масса химикатов и ее распределение между баками варьируются (например, масса химикатов 0%, 20%, 40% и т.д.);
3. Масса самолета посадочная, топливо на борту превышает навигационный запас на 10 ... 15%. Масса химикатов варьируется;
4. Масса самолета соответствует варианту без коммерческой нагрузки; масса топлива максимально возможная по объему баков. Этот случай соответствует перегончному варианту эксплуатации самолета;
5. Самолет без химикатов (пустой, на земле). Этот не полетный случай центровки является проверкой на неопрокидывание (на хвост) самолета, имеющего шасси с передней опорой.

Различием в этих вариантах загрузки является наличие или отсутствие химикатов и (или) топлива. Поэтому главной целью является обеспечение положения центров масс химикатов и топлива как можно ближе к центру масс пустого самолета.

Так как топливо находится в крыле, то оно имеет наиболее близкое положение к центру масс. Основным вопросом остается расположение химикатов.

Как было описано выше наиболее приемлемым решением в данном вопросе видится разделение химикатов в двух баках и изменяя соотношение вместимости этих баков можно добиться минимума разбега центровок.

Задачу о соотношении вместимости двух баков химикатов можно решить следующим образом:

1. Выполняется компоновка самолета без баков для химикатов, при которой обеспечивается минимальный запас продольной устойчивости;
2. Определяется соотношение объемов баков химикатов.

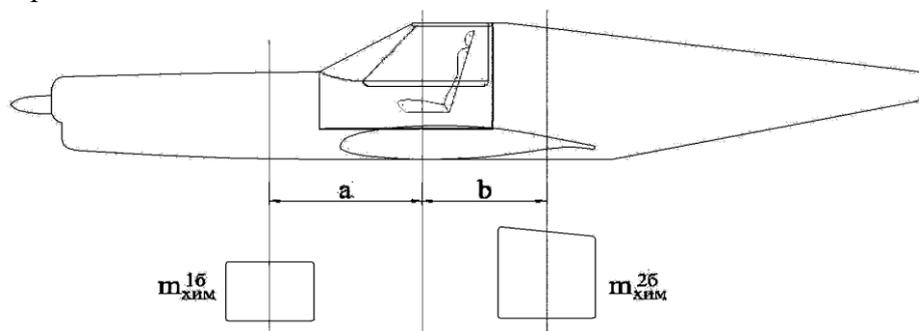


Рис. 2. Схема для определения соотношения баков химикатов

При выполнении компоновки без баков химикатов должны обеспечить минимальный запас продольной устойчивости:

$$m_z^{c_y} = -0,1$$

Расстояния от центров масс баков до центра масс самолета обозначим (a) и (b), для переднего и заднего баков соответственно (рис. 2). Тогда, для обеспечения условия, при котором центр масс химикатов будет совпадать с центром масс самолета, будет:

$$m_{хим}^{16} \cdot a = m_{хим}^{26} \cdot b$$

или

$$m_{хим}^{16} = \frac{b}{a} m_{хим}^{26} = (m_{хим}^{\Sigma} - m_{хим}^{26}), \quad \text{т.к.} \quad m_{хим}^{26} = (m_{хим}^{\Sigma} - m_{хим}^{16})$$

$$m_{хим}^{16} = \frac{b}{a} (m_{хим}^{\Sigma} - m_{хим}^{16}) \quad \text{откуда} \quad m_{хим}^{16} = \frac{b}{a + b} m_{хим}^{\Sigma}$$

Распределение химикатов между двумя баками показано на рисунке 3.

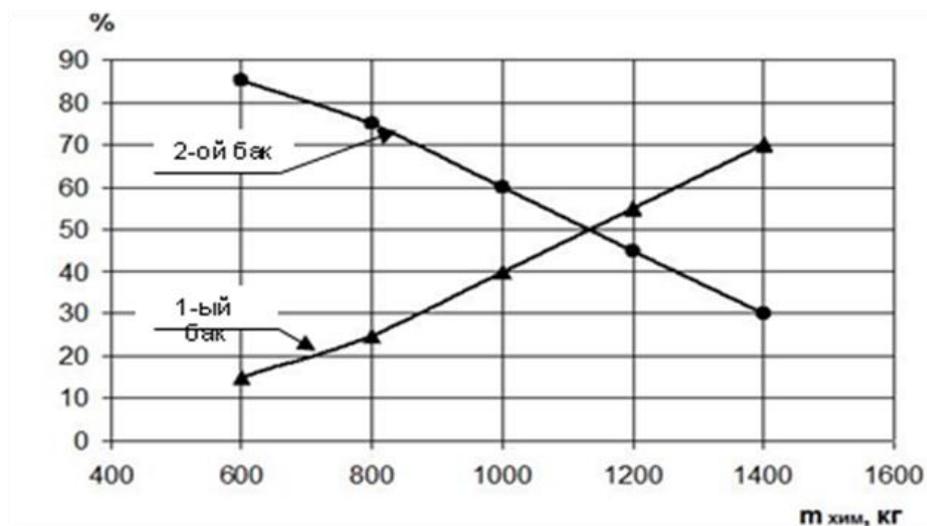


Рис. 3. Распределение химикатов между двумя баками

Для того чтобы при выполнении АХР центр масс химикатов не изменялся необходимо обеспечить расход из баков химикатов пропорционально их объемам.

Таким образом, для СХС с двумя баками для химикатов можно обеспечить такую ситуацию, при которой количество химикатов и их расход не будут влиять на положение центра масс самолета. Другими словами, в данном случае самолет не будет иметь потерь аэродинамического качества на балансировку, связанного с массой химикатов и их расходом. Данное обстоятельство является одним из важных достоинств проектируемого самолета, т.к. в процессе эксплуатации потери на балансировку будут минимальны, а аэродинамическое качество максимальным.

Максимальное аэродинамическое качество обеспечит уменьшение потребной тяги двигателя и снижение расхода топлива в процессе эксплуатации, а значит и снижение себестоимости выполнения АХР.

При выполнении ГНТП №15-027 «Разработка конструкторско-технологической документации на проект специального регионального сельскохозяйственного самолёта на этапе рабочего проектирования» [3,4], которая выполнялась на кафедре «Авиастроение» Авиационного факультета ТашГТУ, были получены следующие результаты:

1. Максимальный эксплуатационный разбег центровок не превышает 10% САХ, что свидетельствует о минимальных потерях аэродинамического качества самолета на балансировку: $\Delta x_T = 0,09$

2. Запас продольной статической устойчивости: $m_z^{Cy} = \bar{x}_T - \bar{x}_F = -0,1$

Сравнительные данные положения центровки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр	Ед. изм.	Бак для химикатов перед кабиной пилота	Бак для химикатов за кабиной пилота	Проектируемый СХС
Центровка при полных баках	% САХ	16	32	32
Центровка при пустых баках	% САХ	32	16	23
Разбег центровок	% САХ	16	16	9

Таким образом, полученный разбег центровок меньше чем у существующих аналогов, на 7% САХ.

Литература:

1. Авиационные правила Нормы летной годности гражданских легких самолетов – М.:МАК, 2000. Часть №23 – 145 с.
2. Бадягин А.А, Мухамедов Ф.А. Проектирование легких самолетов. -Москва, 1978.-208 с.
3. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Разработка конструкторской документации на эскизный проект специального регионального сельскохозяйственного самолета», № А-13-110 научный руководитель к.т.н. Султанов А.Х. – Т.: ТашГТУ, 2008. – 117 с.
4. Техническое задание на разработку регионального сельскохозяйственного самолета С-002, - Ташкент, ТГАИ, 2004.