

РАЗРАБОТКА ОСНАСТКИ ДЛЯ СОСТЫКОВКИ ЧАСТЕЙ ФЮЗЕЛЯЖА

К. В. Пушинская¹, А. И. Жук²

¹ hristina3010@mail.ru, ² a_zhuk_ufa@mail.ru

¹ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Аннотация. Наиболее трудоемким этапом при производстве вертолета является его окончательная сборка. В работе рассматриваются современные методы состыковки конструктивных частей фюзеляжа. Целью данной работы является выявление недостатков существующих методов сборки и пути их устранения. В статье представлена разработанная схема перспективного стапеля, для сборки и обслуживания конструктивных частей фюзеляжа летательного аппарата. Описаны результаты прочностного расчета одного из ответственных узлов проектируемой производственной оснастки.

Ключевые слова: производство летательных аппаратов; вертолетостроение; фюзеляж; стапельная сборка; прочностной расчет; проектирование оснастки.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время авиационная промышленность стремительно развивается, и ее важность в мире неуклонно растет. Ежедневно создаются современные устройства, появляются новые разработки и технологии, которые требуют незамедлительного внедрения в отрасль. Производство нуждается в существенной модернизации и активном включении новейших методов, в сферу вертолетостроения.

В свою очередь, российское вертолетостроение на сегодняшний день является стратегически значимой и прибыльной отраслью промышленности, оказывающей существенное влияние на обороноспособность и уровень развития экономики страны, а также ее транспортной системы.

Производство летательных аппаратов состоит из следующих этапов:

- 1) мониторинг рынка потребителей и составление стратегического плана;
 - 2) зарождение идеи проекта;
 - 3) разработка конструкторской документации (КД) согласно техническому заданию;
 - 4) утверждение и передача КД на завод изготовитель;
 - 5) разработка технических процессов по изготовлению частей и изделия в целом;
 - 6) изготовление летательного аппарата;
 - 7) проведение всесторонних испытаний готового изделия;
 - 8) доработка выявленных недочетов;
- передача летательного аппарата потребителю;
- 9) отслеживание отказов и поломок ЛА во время эксплуатации, с возможностью доработки документации для их устранения и предотвращения.
 - 10) техническое обслуживание в течение всего срока эксплуатации.

ОПИСАНИЕ СБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА

Наиболее трудоемким среди этих этапов является сборка, именно поэтому данный процесс требует преобразований. Решением проблемы времени, может послужить внедрение прогрессивной оснастки в производственный процесс. Дополнительные устройства могут значительно облегчить данную процедуру, а также уменьшить количество задействованного рабочего персонала.

В статье рассматривается одна из частей сборочного процесса летательного аппарата. В цехе окончательной сборки особое внимание стоит уделить этапу соединения технологических частей фюзеляжа.

В настоящее время наиболее распространенными на авиационных заводах являются два метода соединения частей фюзеляжа: стыковка частей планера с помощью строп (рис. 1) или опорных колон с лазером (рис 2).

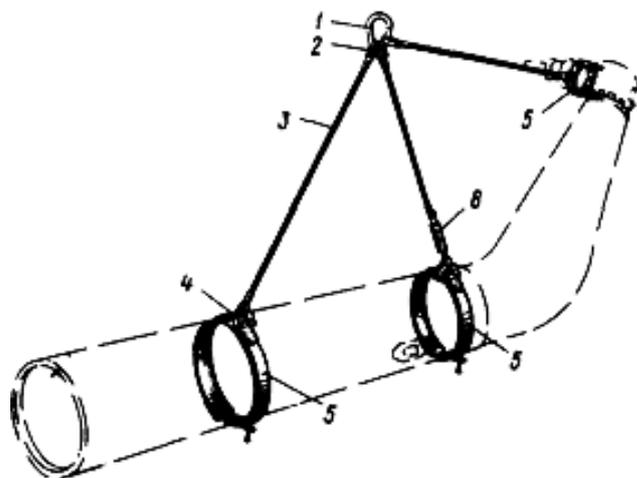


Рис. 1. Стропы для подъема хвостовой и концевой балок в сборе:
1 – кольцо, 2 – серьга, 3 – трос с наконечниками, 4 – кардан, 5 – хомут, 6 – тандер



Рис. 2. Стенд стыковки частей фюзеляжа с помощью опорных колон

Данные методы имеют ряд недостатков. При применении первого устройства:

- 1) возникает потребность в квалифицированных специалистах и высокая оплата их труда;
- 2) затруднение сборки из-за раскачивания строп;
- 2) усложняется транспортировка отсека в сборочный цех, что увеличивает вероятность случайного повреждения перевозимой части фюзеляжа.

В случае сборки частей фюзеляжа с помощью опорных колон с лазером можно выделить следующие недостатки:

- 1) высокая стоимость оборудования;
- дополнительная энергозатратность;
- необходимость программного обеспечения для каждого типа ЛА.

Далее в работе представлена схема оснастки, которая может быть применена при сборке летательных аппаратов, а так же при их обслуживании и ремонте.

ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ УЗЛА

Нахождение необходимых размеров стапеля в основном осуществляется путем проведения расчетов конструкции на прочность, с учетом граничных условий – массы, габаритов и т.д.

В качестве примера выше сказанного, в статье приведен прочностной расчет ответственного узла конструкции, который представляет с собой два кронштейна закрепленных между собой болтом (рис. 3).

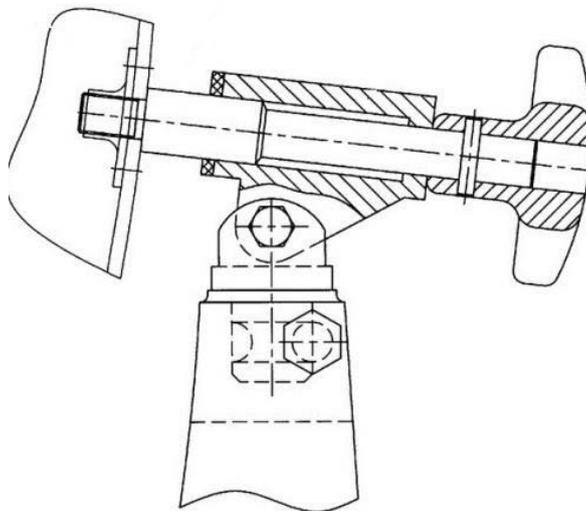


Рис. 3. Расчетный узел

Узел устанавливается в верхней части заднего ложемента (рис. 4) проектируемого стапеля и в паре с соседним кронштейном служат местом установки шарнирно бортового винта с рукояткой.

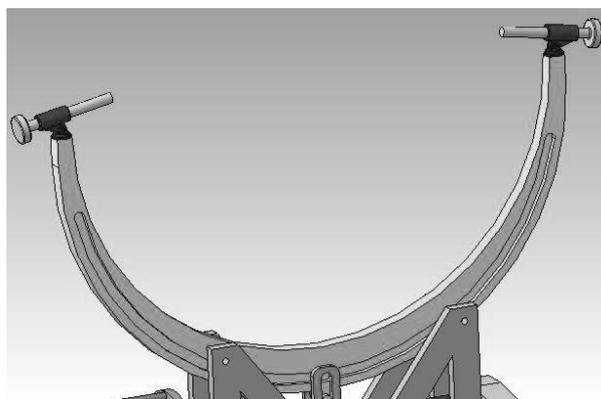


Рис. 4. Место установки рассчитываемого узла

Для нахождения размеров нижнего кронштейна, необходимо произвести расчеты болта на срез и проушины на смятие.

Условие прочности болта работающего на срез выглядит следующим образом:

$$\tau = \frac{4 \cdot N}{\pi \cdot d^2 \cdot i} \leq [\tau_{ср}]$$

где τ – касательное напряжение; d – диаметр болта; i – число срезов болта (рисунок 3.2) $i = 2$; N – поперечное изгибающее усилие, действующее на палец или ось; $[\tau_{ср}]$ – предельное допустимое касательное напряжение.

С помощью данной формулы находится диаметр болта. Так как действующие усилия не большие, диаметр получается несоизмеримо маленьким. Выполняя условия стандартизации и сертификации, целесообразно взять стандартный болт по ГОСТУ 7798-70. Минимальный диаметр болта $d = 6$ мм.

Анализируя современное производство кронштейнов, целесообразно принять толщину проушин равной 5 мм.

Так как размеры изделия взяты произвольно, проверим кронштейн на прочность с помощью программного комплекса *Ansys*. Расчет проводится для случая установки на ложемент носовой части вертолета Ми – 24, массовая доля которой составляет 15% от общей массы фюзеляжа $m_{н.ч.}=0,15 \cdot 1120=168$ кг. Данная масса распределяется на четыре кронштейна, вследствие этого $N=(m_{н.ч.}/4) \cdot g=(168/4) \cdot 9,81=412$ Н. Примем усилия, действующие на кронштейн, равными 412 Н. В результате расчета получено следующее:

Наибольшие перемещения *Directional Deformation* (рис. 5) для данной конструкции, выполненной из конструкционной стали Ст-20, составляют $1,75 \cdot 10^{-4}$ мм.

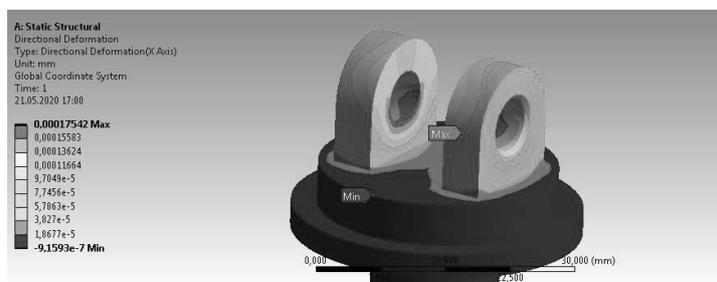


Рис. 5. Перемещения точек конструкции

2) Эквивалентные напряжения Мизеса *Equivalent Stress* (рис. 6) не превышают 10,3 МПа.

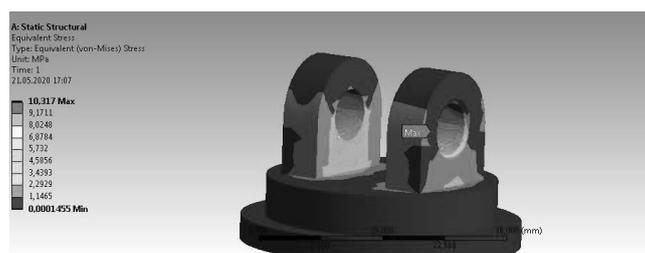


Рис. 6. Распределения эквивалентных напряжений Мизеса

3) Коэффициент запаса по прочности *Safety Factor* (рис. 7) превышает 15 по всей поверхности кронштейна. Это обусловлено тем, что размеры кронштейна были взяты стандартными, и превышают расчетные значения в несколько раз. Следовательно, изделие выдерживают приложенные к нему нагрузки и может применяться на проектируемом изделии.

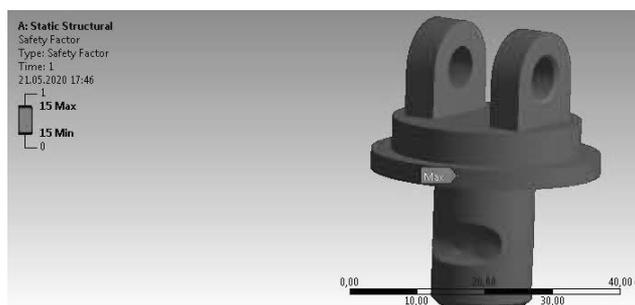


Рис. 7. Коэффициент запаса прочности

Каждый узел просчитывается конструктором отдельно и по найденным значениям строится конечный вид изделия.

СХЕМА ПРОЕКТИРУЕМОЙ ОСНАСТКИ

Схема проектируемого приспособления представлена на рисунке 8.



Рис. 8. Приспособление для сборки частей фюзеляжа

Носовая часть фюзеляжа вертолета устанавливается на ложемент и закрепляется с помощью фиксаторов. Колеса, установленные на нижней раме, позволяют установке перемещаться к стапелю, на котором установлена центральная часть фюзеляжа, и фиксируется колодками, для предотвращения дальнейшего перемещения.

Для выполнения точной стыковки устройство обладает возможностями перемещения. За счет одновременного поворота переднего и заднего барашков нижней рамы изменяется положение носовой части фюзеляжа в вертикальной плоскости. При разноименном повороте барашков регулируется перекося носовой части относительно центральной. Барашек на средней раме отвечает за перемещение в горизонтальной плоскости. Барашки верхней рамы связаны между собой общим водилом, отвечают за поворот носовой части фюзеляжа вокруг своей оси на угол до 30° .

Данную конструкцию можно применить при техническом обслуживании и ремонте, что повлияет на показатели эксплуатационной технологичности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была проанализирована отрасль вертолетостроения, в частности ее сборочное производство. Было выявлено, что данный этап нуждается во внедрении усовершенствованного технологического оснащения.

Автоматизация процессов сборки приведет к сокращению человеко-часов, к снижению требуемой квалификации рабочих, а значит приведет к уменьшению общих затрат на изготовление изделия.

В данной статье предлагается разработанная схема стапеля для сборки конструктивных частей фюзеляжа летательного аппарата.

Разработанная конструкция отличается своей простотой, возможностью перемещения и регулировки. Данное устройство может применяться не только в цеху, но и в полевых условиях, т.к. не имеет потребности в электроэнергии.

Дальнейшие исследования предполагается продолжить в направлении исследования показателей эксплуатационной технологичности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.П. Худайбергенов, А.Я. Черняк, А.С. Лозинский. Справочник молодого слесаря-сборщика летательных аппаратов: учебник. Москва: Машиностроение, 1987. 46 с [A.P. Khudaiberganov, A. Ya. Chernyakh, A.S. Lozinsky. Handbook of a young fitter-assembler of aircraft: a textbook. Moscow: Mechanical Engineering, 1987.]

2. **В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов, В. И. Зернов.** Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы): учебное пособие для технических вузов. Машиностроение, 2005. 375 с. [V.P. Mishin, V. K. Bezverby, B. M. Pankratov, V. I. Grains. Fundamentals of Aircraft Design (Transport Systems): A Textbook for Technical Universities, Mechanical Engineering, 2005]

3. **А. Д. Яцков, Н. Ю. Холодilin, О. А. Холодилina** Методика расчета монтажной и ремонтной оснастки: учебник Тамбов: Издательство ТГТУ, 2008. 92 с. [A.D. Yatskov, N.Yu. Kholodilin, O.A. Kholodilina Methodology for calculating assembly and repair equipment: textbook Tambov: Publishing house of TSTU, 2008.]

ОБ АВТОРАХ

ПУШИНСКАЯ Кристина Валерьевна, магистрантка 1-го курса факультета авиационных двигателей энергетики и транспорта. Направление подготовки: «Техническая эксплуатация ЛА и АД».

ЖУК Александр Игоревич, доцент каф. АД. Дипл. конструкция и эксплуатация ЛА и АД (ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1983) Канд. техн. наук по вооружению и военной технике (ВВИА, 1987). Иссл. по специальной тематике.

METADATA

Title: Development of rigger for joining fuselage parts.

Authors: K. V. Pushinskaya¹, A. I. Zhuk²

Affiliation:

¹ Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹ hristina3010@mail.ru, ² a_zhuk_ufa@mail.ru.

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 2 (25), pp. 76-81, 2021. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: The most time consuming stage in the production of a helicopter is its final assembly. The paper discusses modern methods of joining the structural parts of the fuselage. The purpose of this work is to identify the shortcomings of existing assembly methods and ways to eliminate them. The article presents the developed scheme of a promising building berth for the assembly and maintenance of structural parts of the aircraft fuselage. The results of the strength analysis of one of the critical units of the projected production equipment are described.

Key words: aircraft manufacturing; helicopter construction; fuselage; slipway assembly; strength calculation; tooling design.

About authors:

PUSHINSKAYA, Kristina Valerievna, graduate student, aircraft engines (USATU).

ZHUK, Alexander Igorevich, Associate professor HELL. Dipl. design and operation of aircraft and HELL (VVIA named after NE Zhukovsky, 1983) tech. sciences on weapons and military equipment (VVIA, 1987). Research on special topics.