

УДК 629.735.33

## ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ И ГИБКИХ СВЕРЛИЛЬНЫХ ШАБЛОНОВ ДЛЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ МАШИН С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧЕЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

© 2016 А.А. Пикалов<sup>1</sup>, К.К. Чайников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ульяновский государственный университет

<sup>2</sup> Филиал ПАО «Корпорация «Иркут» в г. Ульяновске

Статья поступила в редакцию 22.03.2016

В статье рассматривается опыт Разработчика и Изготовителя перспективного среднемагистрального самолёта по решению одной из практических задач - проектирование и внедрение на сборочном производстве универсальной технологической оснастки для сверлильных машин с автоматической подачей режущего инструмента (СМАП) при разделке отверстий в смешанных пакетах КМУ-Ti-Al, применяемых в конструкции хвостового оперения. Типовые моменты проделанной работы представлены в настоящей статье.

Ключевые слова: сверлильная машина с автоматической подачей, специальная технологическая оснастка, гибкий сверлильный шаблон, кондуктор, струбцина, смешанные пакеты, композиционный материал углепластик, опытно-конструкторские работы

Одной из основных проблем, возникающих при разделке отверстий в смешанных пакетах КМУ-металл ручным механизированным инструментом, является возникновение расслоений и вырыва волокон в слое КМУ на выходе режущего инструмента, а также недостаточное обеспечение перпендикулярности оси разделки по отношению к поверхности разделяемых деталей конструкций. В промышленности в целом и в авиастроении, в частности, для борьбы с вышеуказанной проблемой, т.е. для обеспечения повышенного качества отверстий, применяются прецизионные сверлильные машины с автоматической подачей режущего инструмента (СМАП). Успешное применение этого типа оборудования напрямую зависит в свою очередь от применяемой специальной технологической оснастки:

- толстостенный кондуктор;
- тонкостенный сверлильный шаблон;
- гибкая перенастраиваемая оснастка;
- гибридная комбинированная оснастка.

Конструкция специальной технологической оснастки для СМАП должна обеспечивать следующие требования:

- однозначность позиционирования;
- обеспечение перпендикулярности режущего инструмента к обрабатываемой поверхности как одинарной, так и двойной кривизны;
- абсолютная жёсткость фиксации специальной технологической оснастки на обрабатываемой поверхности;
- абсолютная жёсткость фиксации специальной технологической оснастки на обрабатываемой поверхности;
- высокая скорость перепозиционирования СМАП.

Традиционное решение - изготовление цельнометаллических толстостенных кондукторов, выполненных из алюминиевых сплавов на 5-ти координатном станке с ЧПУ. Существуют стандартные и специальные способы фиксации СМАП, спроектированные под конкретную задачу (рис. 1).

*Пикалов Антон Александрович, старший преподаватель кафедры цифровых технологий авиационного производства. E-mail: ant663@mail.ru*

*Чайников Кирилл Константинович, инженер-конструктор отделения планера. E-mail: kirill.chaynikov@ufki.irkut.com*

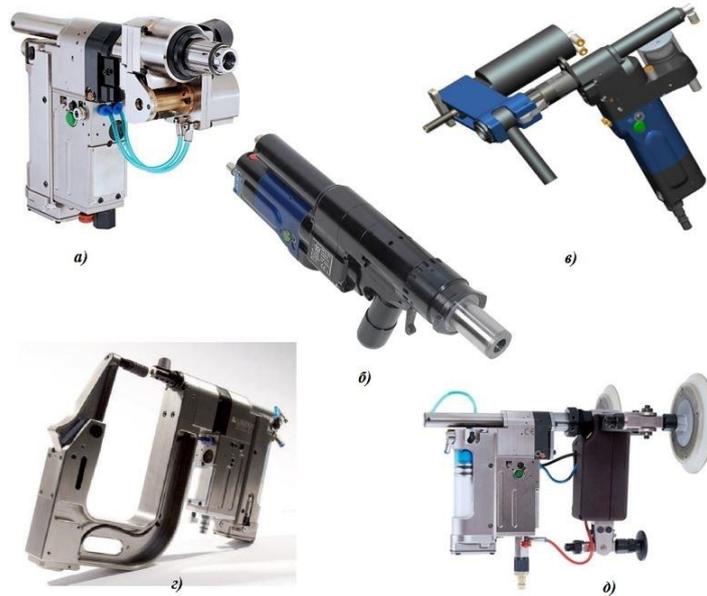
СМАП, оснащённые механизмами в), з), и д), применяют в местах с ограниченным подходом и там, где позиционирование толстостенных кондукторов является невозможным или экономически не обоснованным. Перед авторами стояла практическая задача - разработка универсальной технологической оснастки для СМАП при разделке отверстий в смешанных пакетах КМУ-Ti, КМУ-Al в конструкции хвостового оперения до пуска в эксплуатацию автоматизированной сборочной линии. Учитывая единичный характер производства кессонов киля для статических испытаний и испытаний на птичестойкость, создавалась необходимость в применении упрощённого, универсального оснащения и СМАП стандартной конфигурации. В дополнение к традиционным толстостенным кондукторам разрабатывались также гибкие сверлильные шаблоны и кондукторы для мест с ограниченным подходом (на стыках узлов, поверхностях двойной кривизны и т.п.). Разработанный комплект оснастки для фиксации СМАП по стыкам панелей киля с лонжеронами и нервюрами включает в себя также переставляемые кондукторы струбцинного типа, позволяющие позиционировать СМАП при помощи концентрической цапги и байонета.

**Гибкие сверлильные шаблоны для разделки отверстий по лонжеронам и нервюрам.** Гибкие сверлильные шаблоны представляют собой полосы из стали толщиной 2 мм. Выбор стали обусловлен ее меньшим коэффициентом термического расширения по сравнению с алюминием. Шаблоны изготавливаются в плоском виде (модель развернута из ТК на плоскость) и используются для работы по правой и левой панели. Для удобства в работе шаблон разрезан на 3 части. Каждая пара шаблонов имеет одно общее базовое отверстие (БО) для исключения сбивки шага отверстий. Для этого БО на второй и третьей части шаблона выполнены с диаметром 4,8 мм. На шаблонах имеются отверстия диаметром 21 мм для позиционирования в них втулок для установки СМАП, а также информационные риски (рис. 2).

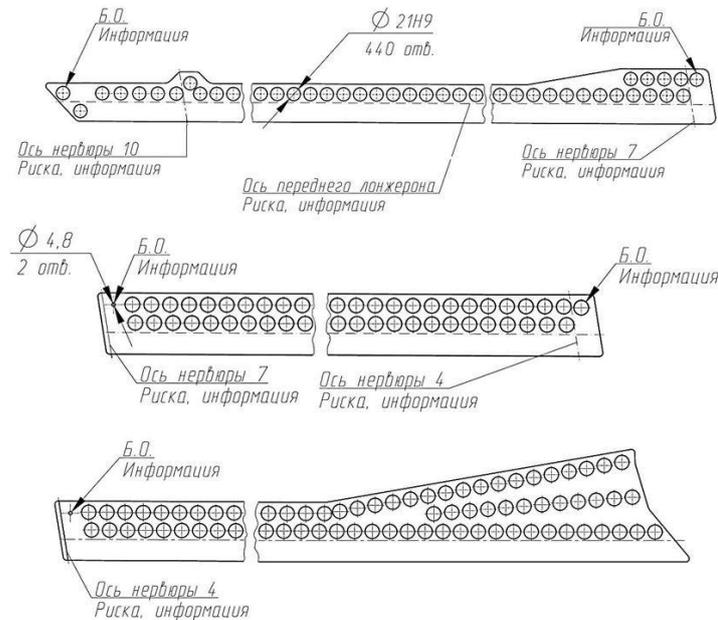
Шаблоны для разделки отверстий по нервюрам конструктивно аналогичны предыдущим и изготавливаются по той же технологии. В качестве БО на конструкции киля выступают отверстия, вскрытые ранее на лонжероне. Для компенсации возможных погрешностей БО на шаблоне в районе II лонжерона выполнено с

удлинением в 4 мм (рис. 3), при этом сохраняется диаметр БО диаметром 4,8 мм. Шаблоны изготавливаются на каждую нервюру на один борт, на них предусмотрено

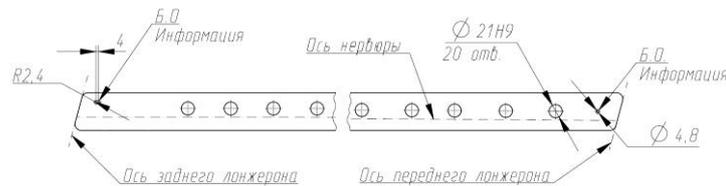
нанесение пояснительных надписей для исключения его некорректной установки.



**Рис. 1.** Способы фиксации СМАП на обрабатываемой поверхности: а) цанговый механизм; б) байонетный механизм; в) механизм фиксации за соседнее отверстие; г) клещевой механизм фиксации; д) вакуумная траверса



**Рис. 2.** Сверлильный шаблон для разделки отверстий по I лонжерону



**Рис. 3.** Шаблон для разделки отверстий по нервюре

У приспособлений, предназначенных для разделки пакетов КМУ-Ti, КМУ-Al в конструкции кия, для установки втулки под установку СМАП используются не шаблоны, а направляющие отверстия в металлических деталях. В титановых деталях предварительные направляющие отверстия вскрываются на станке с

оптимальными режимами резания и с применением СОЖ, с диаметрами, максимально близкими к окончательному размеру, например, диаметр 4,5 мм вместо диаметра 4,8 мм. Это также позволит повысить стойкость режущего инструмента при окончательной разделке отверстий с помощью СМАП.

В результате работы был разработан комплект технологической оснастки, охватывающий всю номенклатуру подлежащих разделке отверстий с помощью СМАП в пакетах КМУ-металл конструкции хвостового оперения.

**Универсальные сверлильные кондукторы.**

Кондуктор для разделки отверстий по стыку «панель-лонжерон» с позиционированием по тонкостенному сверлильному шаблону (рис. 4).

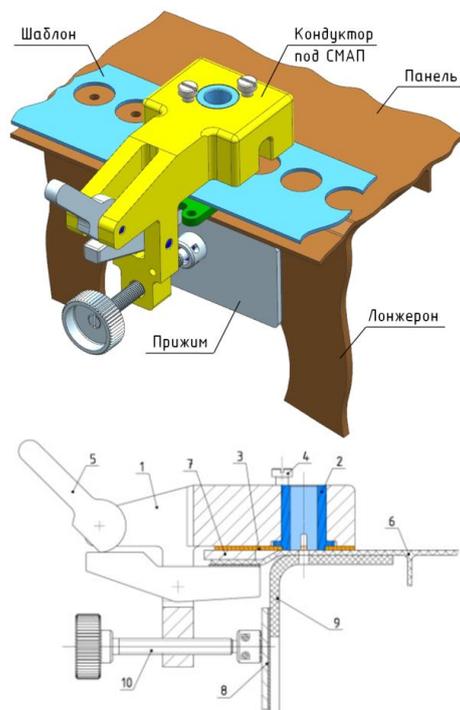


Рис. 4. Общий вид кондуктора и его поперечное сечение

В кондуктор 1 устанавливается втулка 2, которая в свою очередь имеющимся на ней буртиком диаметром 21 мм входит в отверстие в тонкостенном шаблоне 3. Кондуктор закрепляется эксцентриковым замком 5 на панели 6. Зазор в месте подсечки компенсируется прокладкой 7. В вертикальной плоскости кондуктор дополнительно фиксируется прижимом 8 к лонжерону 9

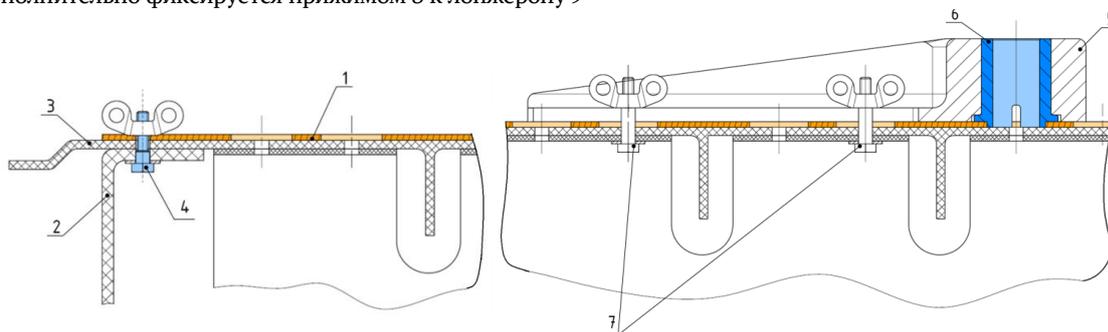


Рис. 6. Поперечное сечение кондуктора для сверления отверстий по нервюрам

Сверлильные кондукторы струбцинного типа для разделки отверстий в пакете КМУ-Тi с базированием по направляющим отверстиям в деталях. Разработано два варианта, различных по конструкции прижимов и ловителей. Первый вариант предусмотрен для основного объема выполняемых работ, второй - для труднодоступных мест. Модель фрагмента реальной конструкции с установленными на ней двумя вариантами кондукторов показана на рис. 7.

при помощи нажимного винта 10. Через кондукторную втулку устанавливается СМАП и производится разделка отверстия. В разделанное отверстие устанавливается технологический крепеж. Последовательной перестановкой кондуктора разделяются все остальные отверстия. Конструкция кондуктора разработана для крайнего ряда отверстий.

Кондуктор для сверления отверстий по стыку «нервюра-панель» с позиционированием по сверлильному шаблону. Трехмерная модель показана на рис. 5. На базовые отверстия по стыку панели с лонжероном устанавливается гибкий шаблон 1 и фиксируется болтом 4 по БО в лонжероне 2 и панели 3. В кондуктор 5 устанавливается втулка 6 для установки СМАП, которая в свою очередь имеющимся на ней буртиком закрепляется на отверстиях в шаблоне (рис. 6).

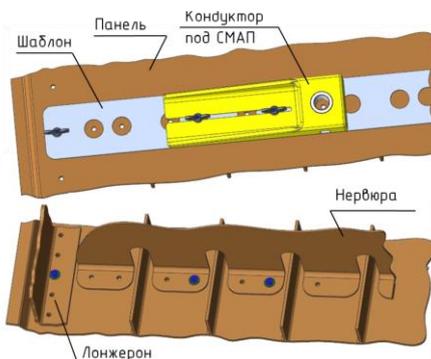


Рис. 5. Кондуктор для сверления отверстий по нервюрам

Кондуктор фиксируется спецболтами при помощи барашковых гаек 7 для обеспечения быстрого перепозиционирования. Во втулку устанавливается СМАП и производится разделка отверстий. После разделки отверстия кондуктор снимается и устанавливается в следующую позицию, при этом болты устанавливаются в ранее выполненные отверстия. Для этого в конструкции кондуктора предусмотрен продольный сквозной паз. Для компенсации кривизны контура поверхности на подошве кондуктора предусмотрен уступ высотой 2 мм (на рисунке условно не показан).

Разборная скоба 1 охватывает кронштейн 2 и лонжерон 3, и фиксируется нажимным винтом с прижимом 4. При этом ловитель 5 под воздействием пружины 6 входит в заранее выполненное направляющее отверстие диаметром 4,5 мм в уголке 7 (рис. 8). После чего во втулку на скобе устанавливается СМАП. После разделки отверстия сначала в кронштейне, а затем в лонжероне, сверло отжимает ловитель, обеспечивая выполнение сквозного отверстия в пакете и рассверливая

предварительное отверстие в уголке до диаметра 4,8 мм. В прижиме предусмотрено отверстие для выхода воздуха при движении ловителя.

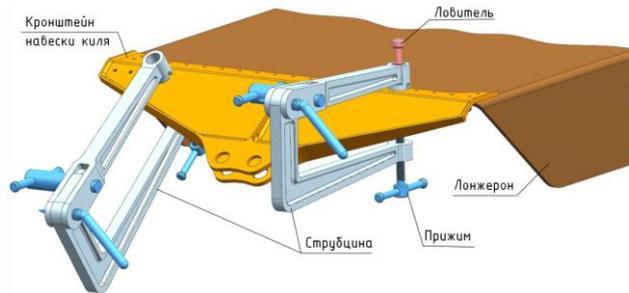


Рис. 7. Общий вид кондукторной скобы-клещей, установленной на конструкции

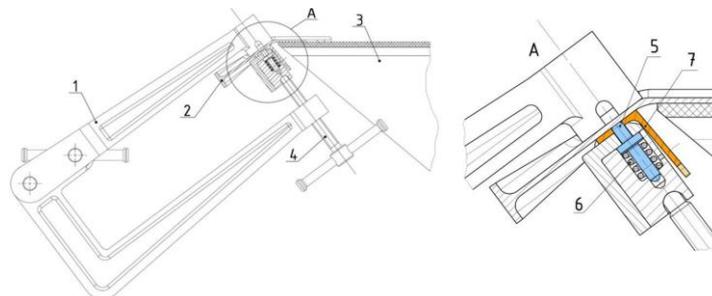


Рис. 8. Разрез кондукторной скобы, выполненной по первому варианту

Конструкция второго варианта аналогична первому. Во втулку для установки СМАП вставляется ловитель 2, входящий в заранее выполненные в кронштейне 3 отверстия диаметром 4,5 мм. После этого скоба фиксируется винтовым прижимом с

упором 4. Ловитель извлекается из втулки, после чего в нее устанавливается СМАП. СМАП выполняет разделку отверстий в кронштейне до диаметра 4,8 мм и в лонжероне 5 с небольшим входом режущего инструмента в прижим (рис. 9).

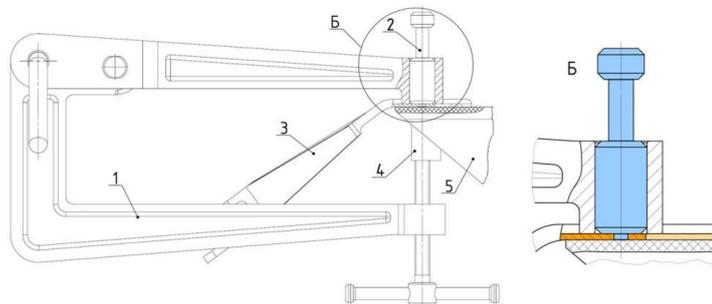


Рис. 9. Разрез кондукторной скобы, выполненной по второму варианту

**Выводы:** при сборке хвостового оперения перспективного самолёта спроектированы, изготовлены и активно применяются толстостенные кондукторы. Для СМАП с цанговым и байонетным механизмами фиксации широко применяются различные быстросъёмные кондукторы струбцинного типа и кондукторные скобы. В дополнение к приведенным выше образцам спроектирована

оснастка для разделки отверстий в местах с ограниченным подходом, универсальное приспособление для разделки отверстий по стыку «1 лонжерон - нервюра» и специальное приспособление с самоориентирующейся втулкой для разделки отверстий по стыку консолей стабилизатора.

## SPECIAL JIGS AND DRILLING TEMPLATES FOR AUTOMATED DRILLING UNITS

© 2016 A.A. Pikalov<sup>1</sup>, K.K. Chaynikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ulyanovsk State University

<sup>2</sup> Branch of "Irkut" Corporation" in Ulyanovsk

This report examines experiences in solving practical problems - Design and Implementation of a universal jig for Automated Drilling Units (ADU) used for Drilling in CFRP-Ti-Al stacks which used in the Design of the tail of aircraft. Typical aspects of this work are presented in this article.

Key words: advanced drilling unit (ADU), jig, drilling template, clamp, mixed stack, carbon fiber reinforced polymer, developmental work

Anton Pikalov, Senior Teacher at the Department of Digital Technologies of Aviation Production. E-mail: ant663@mail.ru; Kirill Chaynikov, Engineer-Designer at the Glider Department. E-mail: kirill.chaynikov@ufki.irkut.com