

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 629.7.02

### Технологическая подготовка производства детали в авиастроении

*А.В. Коновалов, А.А. Кочубей*

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** Процессы технологической подготовки производства являются актуальной проблемой для авиастроения. Наличие пробела в научном знании наиболее подходящих возможностей механической обработки изделий дает основание для проведения соответствующих исследований. Цель данной работы — выбор оптимального варианта технологической подготовки производства конкретной детали при наименьшем расходе материала. В качестве исследуемой детали выбран фитинг, используемый для крепления к фюзеляжу летательного аппарата таких агрегатов, как консоли крыла, киль с рулем направления, стабилизаторы, двигатели. Он относится к той группе деталей, к которой предъявляются строгие технические требования по показателям, отвечающим за качество их отделочных поверхностей. Последовательность выполнения данного исследования представлена подбором заготовки, определением вида механической обработки и выбором технологических баз и схем базирования, которые определяют точность детали и экономичность продукции. В результате предложена заготовка, форма которой больше всего подходит к форме требуемой детали, гидроабразивная резка определена в качестве вида механической обработки, а также указан оптимальный вариант размещения выбранной заготовки на плите для наименьшего расхода материала. Практическая значимость и перспективы исследования связаны с использованием станков серии СИГАС для обработки верхних, боковых поверхностей и любой поверхности заготовки между ними, когда полная механическая обработка детали сокращается до одного «установки».

**Ключевые слова:** технологическая подготовка производства детали, авиастроение, фитинг, механическая обработка, гидроабразивная резка, заготовка, станки серии СИГАС

### Technological Preparation for the Production of Parts in the Aircraft Industry

*Anatolii V. Konovalov, Anatolii A. Kochubey*

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** The processes of technological preparation of production are an urgent problem for the aircraft industry. The presence of a gap in scientific knowledge of the most suitable possibilities of mechanical processing of products provides a basis for conducting appropriate research. The aim of this work was to choose the optimal variant of technological preparation for the production of a specific part with the lowest material consumption. A fitting used to attach such units as outerwing panels, rudders, stabilizers, and engines to the fuselage of an aircraft was selected as the part under study. It belongs to that group of parts to which strict technical requirements are imposed in terms of indicators responsible for the quality of their finishing surfaces. The sequence of this study is represented by the selection of the workpiece, the determination of the type of machining and the choice of technological bases and locating charts that determine the accuracy of the part and the cost-effectiveness of the product. As a result, a billet is proposed, the shape of which is most suitable for the shape of the required part, waterjet cutting is defined as a type of mechanical processing, and the optimal option for placing the selected billet on the plate for the least material consumption is indicated. The practical significance and prospects of the study are related to the use of SIGAS machines for processing the upper, side surfaces and any surface of the workpiece between them, when the complete mechanical processing of the part is reduced to one "installation".

**Keywords:** technological preparation of parts production, aircraft construction, fitting, machining, waterjet cutting, billet, CIGAS machines

**Введение.** Механическая обработка деталей представляет собой одну из актуальных проблем в области использования современных технологий в авиастроении в силу явной зависимости готовых изделий от

применяемых технологических процессов. И главная задача здесь заключается в требованиях изготовления деталей с минимальными трудовыми и материальными затратами. Известно, что на трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и предъявляемые к ней технические требования [1]. По результатам теоретических исследований с использованием соответствующей литературы как источника информации установлено, что определенную важность представляет собой технологическая подготовка производства деталей для корпусов летательных аппаратов особо сложной формы, где составляющие силы резания, параметры режима обработки и значения качественных показателей варьируют по профилю [2]. Однако исследованиям с применением технологической подготовки производства изделий на базе гидроабразивной резки в научных работах уделено недостаточно внимания. Цель данного исследования заключается в оптимальном выборе варианта передовой технологической подготовки производства конкретной детали, а именно фитинга, при наименьшем расходе материала. Задачи исследования сводились к выбору наилучшего варианта размещения заготовки на плите, рациональному оснащению, механизации и автоматизации технологического процесса изготовления, поиску эффективных режимов обработки детали.

**Основная часть. Исследования технологической подготовки производства детали в авиастроении.** Выбор фитинга в качестве исследуемой детали оправдан, так как к качеству его отделочных поверхностей предъявляются особо строгие технические требования. Фитинги используются в авиастроении для крепежа в основном к фюзеляжу воздушного судна таких агрегатов, как двигатели, шасси, стабилизаторы, кили с рулем направления, консоли крыла и т. д. Конструкции фитингов различают по способу стыковки агрегата. Для удобства они изготавливаются в виде узлов с проушинами для шарнирных и жестких соединений кронштейнов и стыковых поверхностей. Устанавливаются на торце крыла летательного аппарата (вертолета) с целью придания жесткости конструкции в местах крепления на крыло с учетом возрастающей нагрузки на изгиб, кручение и вибрации в аэродинамике [3]. Одна из конструкторских баз фитинга представлена в виде прямоугольной опоры на рис. 1.

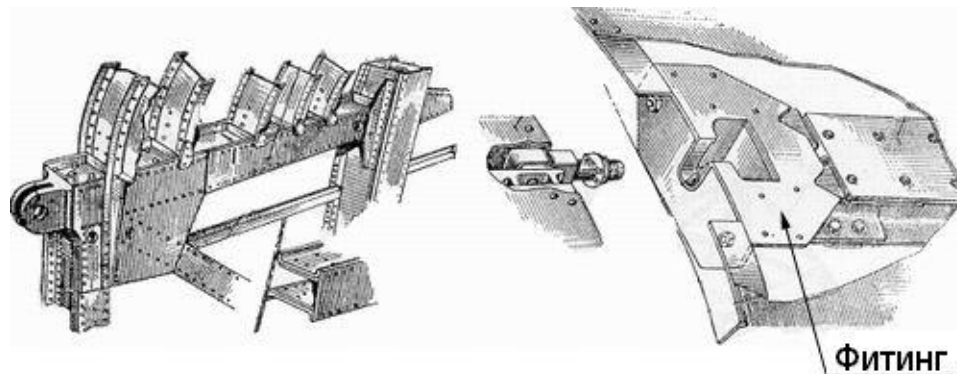


Рис. 1. Конструкторская база фитинга [4]

При экспериментальных исследованиях был рассмотрен процесс выбора заготовки с наибольшим подобием формы требуемой детали, а также определен вид ее механической обработки. Предпочтение отдано гидроабразивной резке, так как штамповка связана с высокой стоимостью самой заготовки, а при поковке приходится убирать достаточно много лишнего металла. Гидроабразивная или водная струя позволяют резать различные материалы, исключая возникающие физические деформации заготовки при усилии воздействия струи в незначительных пределах, до 100 Н, а также термические деформации при температуре в зоне резки лишь 60–90° С. Предложен оптимальный вариант размещения выбранной заготовки на плите при наименьшем расходе материала (рис. 2) [5].



Рис. 2. Гидроабразивная резка и размещение заготовки на плите [5]

При технологической подготовке производства деталей сложным и ответственным этапом является выбор технологических баз и схем базирования, который предопределяет точность и экономичность продукции [6].

С учетом объема выпуска изделий требуется оборудование, обеспечивающие достаточную производительность при удовлетворяющей себестоимости полученного изделия и высоком показателе специализации. При выборе станка учитывались характер производства, мощность, габаритные размеры и стоимость, соответствие его размерам детали, методы достижения заданной точности при обработке, сменная производительность, возможность оснащения высокопроизводительными приспособлениями и средствами механизации и автоматизации. Одновременно было уделено внимание и дополнительным средствам механизации, входящим в комплект станка.

По результатам анализа проведенных исследований и при достаточном финансировании соответствующих структур было предложено использовать станки серии СИГАС, которые добавляют возможности вертикально-фрезерных обрабатывающих центров. Пятиосевой обрабатывающий центр СИГАС 5BC60 позволяет обрабатывать верхние, боковые поверхности и любую поверхность заготовки между ними, обеспечивая пятиосевую обработку детали сложной формы (рис. 3). Таким образом, осуществляется полная механическая обработка детали типа фитинга за один «установ», что способствует достижению необходимой точности и сокращению времени на перестановку заготовки.



Рис. 3. Пятиосевой обрабатывающий центр СИГАС 5BC60 [6]

**Заключение.** В результате проведенного исследования по технологической подготовке производства деталей предложен выбор заготовки с наибольшим подобием формы требуемой детали, определен вид

механической обработки, где предпочтение отдано гидроабразивной резке, а также указан оптимальный вариант размещения выбранной заготовки на плите при наименьшем расходе материала. При этом отмечена целесообразность использования станков серии СИГАС, в частности пятиосевого обрабатывающего центра СИГАС 5BC60, для обработки верхних, боковых поверхностей и любой поверхности заготовки между ними, который сокращает полную механическую обработку детали «фитинг» до одного «установа».

#### Список литературы

1. Беляков И.Т., Борисов Ю.Д. *Технологические проблемы проектирования летательных аппаратов*. Москва: Машиностроение; 1978. 240 с.
2. Безъязычный В.Ф. *Основы технологии машиностроения: учебник для вузов*. Москва: Машиностроение; 2013. 598 с.
3. Гудков А.И., Лешаков П.С. *Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов*. Москва: Машиностроение; 1968. 470 с.
4. Обшивка. StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/5374762/page:4/> (дата обращения: 15.04.2023).
5. Техника проведения гидроабразивной резки. Metalloy. URL: <https://metalloy.ru/obrabotka/rezka/gidroabrazivnaya> (дата обращения: 15.04.2023).
6. Пятиосевой обрабатывающий центр СИГАС 5BC60. Студопедия. URL: [https://studopedia.ru/19\\_275919\\_pyatiosevoy-obrabativayushchiy-tsentr-sigas-vs.html](https://studopedia.ru/19_275919_pyatiosevoy-obrabativayushchiy-tsentr-sigas-vs.html) (дата обращения: 15.04.2023).

#### Об авторах:

**Коновалов Анатолий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой проектирования и производства летательных аппаратов Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [a-v-k-57@mail.ru](mailto:a-v-k-57@mail.ru)

**Кочубей Анатолий Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования и производства летательных аппаратов Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [watchbox@mail.ru](mailto:watchbox@mail.ru)

#### About the Authors:

**Anatolii V. Kononov**, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Acting Head of the Aircraft Design and Production Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [a-v-k-57@mail.ru](mailto:a-v-k-57@mail.ru)

**Anatolii A. Kochubey**, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Aircraft Design and Production Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [watchbox@mail.ru](mailto:watchbox@mail.ru)