

В. Юргенс

**Основы самолетостроения и
подготовка производства**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
В11

В11 **В. Юргенс**
Основы самолетостроения и подготовка производства / В. Юргенс – М.:
Книга по Требованию, 2013. – 150 с.

ISBN 978-5-458-37548-1

Основы самолетостроения и подготовка производства

ISBN 978-5-458-37548-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Технология самолетостроения» составлен применительно к программе соответствующей кафедры в Московском авиационном институте имени Серго Орджоникидзе.

Технология самолетостроения включает большое количество разнообразных процессов, начиная от изготовления заготовок и кончая подготовкой боевого самолета к летным испытаниям. Изложение курса должно не только предусматривать изучение каждого из этих многочисленных процессов, но и давать их оценку с точки зрения соответствия тем требованиям, которые предъявляются к самолетостроению.

Прогресс самолетостроения характеризуется теснейшей взаимной связью между улучшением конструкции, материалов и процессов изготовления. Поэтому изложение курса начинается именно с выяснения этой взаимосвязи и уточнения требований, предъявляемых к построению современных технологических процессов. Последующие же главы первой книги, а также дальнейшие разделы курса показывают, как выполняются эти требования при применении того или иного процесса.

Проектирование процессов изготовления самолетов начинается с разработки процессов сборки. Затем, уже на основании избранной схемы сборки и обеспечения взаимозаменяемости, отрабатываются окончательные технические требования к узлам и деталям. Поэтому и курс «Технология самолетостроения» построен в такой последовательности, что вначале рассмотрена подготовка производства, затем сборка, после чего описывается обработка деталей.

Для самолетостроения весьма характерна высокая доля стоимости материала в стоимости готового изделия. Половину стоимости самолета и его оборудования составляют затраты на материал, причем практически весь материал расходуется в цехах обработки. Поэтому при изложении курса принята за один из основных показателей, характеризующих тот или иной технологический процесс, именно экономия материалов.

Первая книга курса «Технология самолетостроения» содержит краткий очерк развития самолетостроения, классификацию и характеристику заводов и процессов изготовления и основы подготовки производства. Значительное внимание в этой книге уделено жестким носителям, размерам, обеспечивающим взаимозаменяемость изделий.

Вторая книга курса описывает общую сборку, монтажные процессы и обработку самолетов на аэродроме.

Последующие книги рассматривают сборку агрегатов и узлов металлических и деревянных самолетов, обработку деталей самолета на металлорежущих станках, работу в заготовительно-штамповочных цехах, обработку деталей из неметаллических материалов, а также способы нанесения на детали покрытий.

Порядок разработки процессов, выбор баз и проектирование приспособлений подробно описаны в главах, посвященных обработке деталей и сборке узлов и агрегатов. Из этой группы вопросов в первую книгу вынесена только принципиальная часть общая для всех последующих разделов курса.

При описании отдельных типов оборудования кратко перечисляются технические их возможности, а в конце каждого раздела приводится сжатый перечень технологических требований к конструкции изделий.

В соответствии с учебным планом института студенты до изучения настоящего курса заканчивают работу в мастерских и изучение курсов материаловедения, допусков и общей технологии (литье, обработка давлением, теория резания, сварка, металлорежущие станки, технология неметаллических материалов); курсы же «Организация производства» и «Технормирование» проходятся одновременно с изучением технологии самолетостроения. Поэтому в настоящем курсе приведены только такие положения из разделов «Организация производства», без изложения которых нельзя обосновать то или иное технологическое решение.

Использованная при составлении курса литература перечислена в конце каждой главы. Наиболее удачные формулировки авторов сохранены.

Проф. В. Ф. Юргенс

КРАТКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ САМОЛЕТОСТРОЕНИЯ В СВЯЗИ С ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫМИ К НЕМУ ТРЕБОВАНИЯМИ

§ 1. ПРОГРЕСС САМОЛЕТОСТРОЕНИЯ И ПРИЧИНЫ БЫСТРОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ САМОЛЕТА

Еще в начале XX столетия широкие круги техников относились к самолету как к предмету, предназначенному для довольно рискованного спорта. А уже через сорок лет самолет, богато оснащенный специальным оборудованием, покрывает тысячекилометровые расстояния, совершает полеты в любое время года и суток, поднимает человека в стратосферу, решает исход крупнейших сражений.

Причиной такого быстрого совершенствования самолета явился быстрый рост его значения в самых различных областях человеческой деятельности и особенно в военной. Самолет и его оборудование совершенствовались буквально изо дня в день; необычайно быстро создавались специальные материалы, резко нарастала мощность авиационных предприятий и совершенствовались производственные процессы.

Единичные экземпляры первых самолетов изготовлялись вручную в кустарных мастерских — полусараях. На современных, оснащенных высокопроизводительным оборудованием заводах самолеты выпускаются ежемесячно тысячами.

Поскольку во всем мире самолеты рассматриваются как один из основных видов вооружения, постольку прогрессивное развитие самолетостроения организует стратегическая цель — превосходство в воздухе. Эта целеустремленность, выраженная в ряде тактико-технических требований, и реализуется в соответствующие конструкции самолетов. Таким образом, вся деятельность конструкторов, технологов, материаловедов подчинена общей задаче — дать своевременно нужное количество высококачественных самолетов при наименьших затратах.

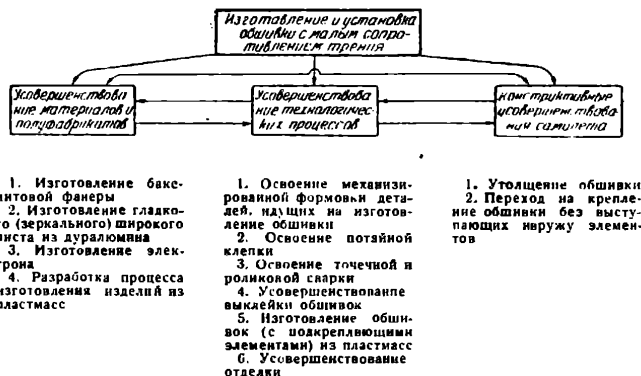
Частные задачи, решение которых направлено на достижение общей стратегической цели — превосходства в воздухе, представлены графически на фиг. 1*.

Рассмотрим в качестве примера совместную работу конструктора, технолога и материаловеда над увеличением максимальной скорости

* Развернутая схема, изображенная на фиг. 1, помещена на вкладыше в конце книги. Эту схему надо внимательно изучить до чтения последующего материала

логи и материаловеды. Это положение иллюстрирует схема, приведенная на фиг. 2.

На схеме показан один частный случай комплексного решения вопросов. Конечно, перед самолетостроителями встает очень много самых разнообразных вопросов. Но, несмотря на разнообразие вопросов, решать их приходится в последовательности, приведенной на этой схеме. Сначала новые требования по усовершенствованию изделий поступают к конструкторам, технологам и материаловедом в общем виде. После первой проработки эти требования в уточненном виде поступают от конструкторов к технологам и материаловедом. Затем уточняются технологические требования к материалам, проводятся исследовательские и экспериментальные работы. После этого новые или усовершенствованные материалы и процессы оцениваются по изготовленным опытным образцам. Наконец, после испытания изделий вырабатывают окончательные требования (технические условия) и принятые нововведения внедряют в серийное производство.



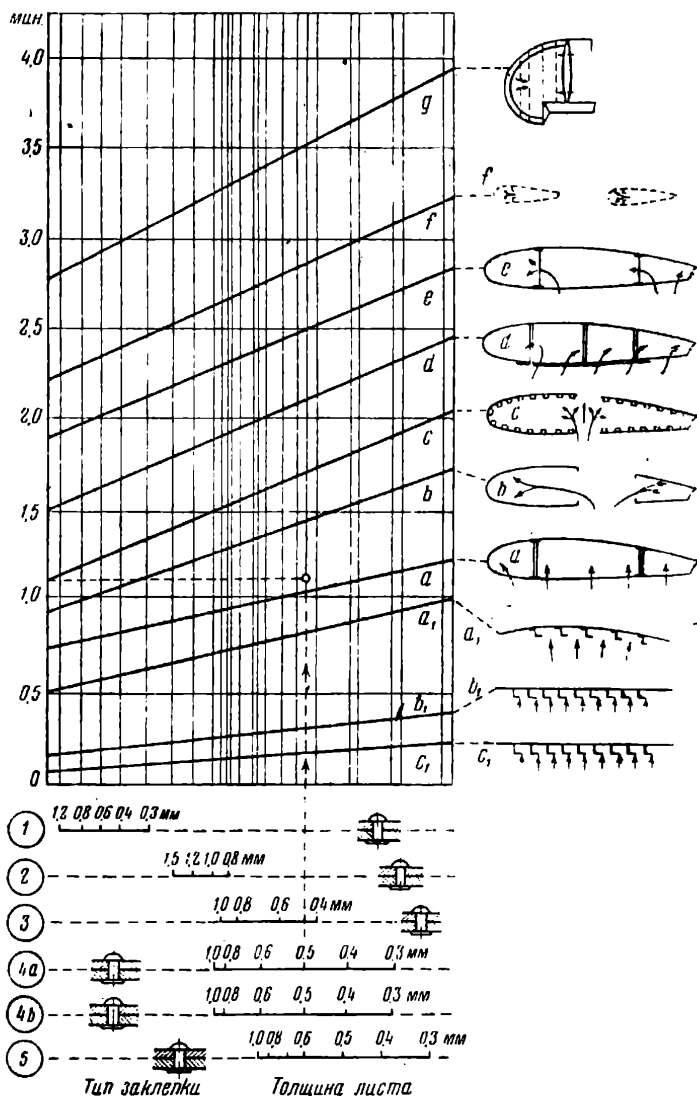
Фиг. 2.

Поэтому самолетостроители любой специальности, творчески участвуя в разрешении стоящих перед нашей авиапромышленностью задач, должны проявлять «не узкое делничество, а наличие широкого кругозора, умение самостоятельно находить лучшее решение; относиться критически ко всем установившимся техническим традициям и в то же время максимально использовать находящиеся в их распоряжении средства».

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИИ САМОЛЕТОВ

При кустарном изготовлении первых самолетов конструкторы решали одну задачу — создать такую летающую машину, изготовление которой осуществимо. По мере увеличения количества выпускаемых самолетов задачи конструкторов становились шире.

Из приведенного на фиг. 3 примера видно, что при соблюдении одних и тех же аэродинамических качеств крыла, но при различном размещении заклепочных швов затраты времени на постановку отдельной заклепки разнятся в десятки раз. Количество заклепок в двухмоторном цельнометаллическом самолете достигает 250 тысяч и более, и невыполнение конструктором производственных требований может повлечь громадные непроизводительные затраты времени и средств. Поэтому наряду с повышением качеств самолета возникла необходимость создавать конструкции, которые можно быстро изготовить в больших коли-



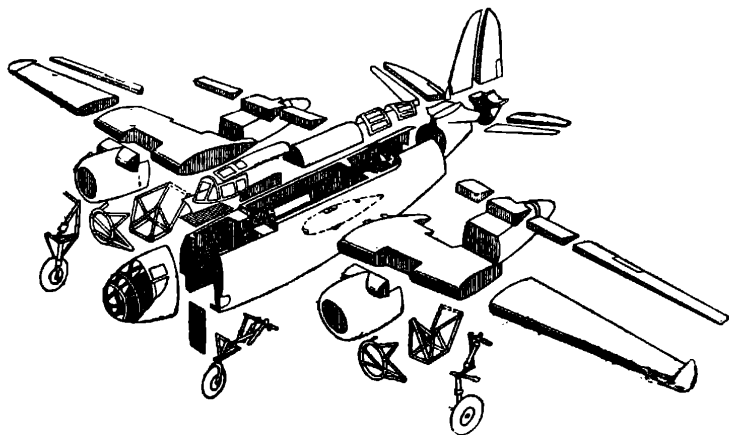
Фиг. 3. С правой стороны рисунка показаны сечения крыльев, идентичных по обводам, но различных по конструкции. Сечения расположены (сверху вниз) в порядке удобства подходов при постановке заклепок. Нижние сечения позволяют проводить клепку на станках или заменять клепку точечной сваркой. В нижней части рисунка показаны различные виды клепки и диаметры заклепок.

Время, необходимое для установки заклепки, зависит от типа и метода клепки, от диаметра заклепки и от удобства подхода. Поэтому для определения времени клепки надо от точки, соответствующей выбранному методу (и типу) клепки и диаметру заклепки, провести прямую до пересечения с линией, характеризующей удобство подхода при клепке. Перпендикуляр, опущенный из этой точки на ординату, покажет искомое время.

чествах и при наименьших затратах. Достигнуть же этого можно, сокращая по возможности номенклатуру и количество деталей, составляющих самолет.

Рациональное конструирование самолета упрощает организацию производства и снижает стоимость изделия. В более развитой форме оно расширяет применение стандартных и нормализованных элементов, т. е. ведет к стандартизации не только отдельных деталей, узлов и агрегатов самолетного оборудования, но и тех их размеров, которые связаны с нормализацией приспособлений и инструментов (радиусы загибов, размеры отверстий облетчения, шаг заклепок и т. д.).

Не меньшее значение имеет сокращение номенклатуры и типоразмеров материалов и полуфабрикатов. Это увеличивает отдачу заводо-поставщиков, повышает качество выпускаемой ими продукции и упрощает работу самолетостроительных заводов.



Фиг. 4.

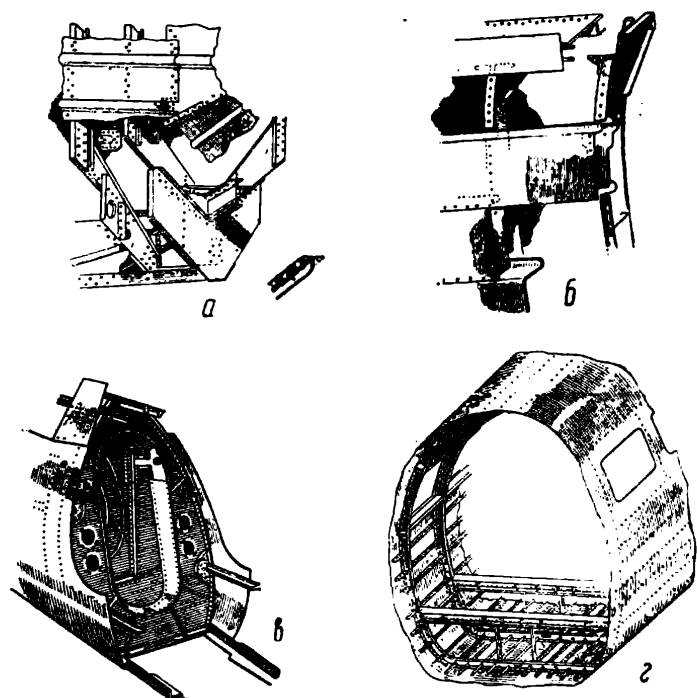
Организацию производства значительно упрощает и сокращение номенклатуры технологических процессов при изготовлении изделия. При этом особое внимание нужно уделять сокращению так называемых «дорогих» процессов, связанных обычно со снятием спружки.

Резко снижает затраты нормированного времени и сокращает производственный цикл такая конструкция изделия, которая обеспечивает возможность его изготовления на стационарном оборудовании или с применением механизированного инструмента. Для этой цели, например, конфигурацию деталей, получаемых из листового материала, конструктивно оформляют так, чтобы обеспечить возможность их изготовления на прессовом оборудовании. Конфигурация литых и штампованных изделий должна предусматривать удобство размещения разъемов в формах и штампах. Для механизации клепальных работ швы размещают в открытых сечениях, с тем чтобы обеспечить двухсторонний доступ к заклепкам.

Значительно снижает производственный цикл установление технологических разъемов изделия в соответствии с требуемой дифференциацией сборочных работ. Продуманно размещенные разъемы, не утяжеляя конструкции, позволяют широко развешивать работы по сборке. Показанное, например, на фиг. 4 оформление разъемов дает возможность собирать одну панель независимо от другой и монтировать на этих панелях ряд агрегатов самолетного оборудования. При этом упрощаются также общая сборка самолетов и ремонт их.

Крепления в местах разъемов следует проектировать с расчетом достигнуть взаимозаменяемости агрегатов, секций и узлов при наименьших затратах труда и средств.

Ответственнойшей работой при конструировании является назначение допусков. Точность изготовления изделий следует устанавливать исходя из строго обоснованных технических соображений, так как переход на повышенные классы точности резко увеличивает время и стоимость обработки.



Фиг. 5.

а—конструкция лодки Сано „Лондон“; б—конструкция фюзеляжа самолета Фейри „Битл“;
в—конструкция фюзеляжа самолета Люге-Оливье LeO-45; 2—конструкция фюзеляжа самолета Дуглас DC-3.

Сокращению и упрощению сборочных работ способствует повышение жесткости и устойчивости узлов и деталей. При этом уменьшается количество фиксаторов в сборочных приспособлениях, снижается общий вес приспособлений, упрощается их конструкция и приспособления приближаются к виду легко транспортируемых, т. е. пригодных для конвейерной сборки.

Даже такой краткий перечень мероприятий по «отехнологичиванию» авиационных конструкций показывает, какие большие задачи в этом направлении стоят перед конструкторами. С каждым годом эти задачи реализуются все шире. Анализ конструктивных изменений самолетов за последние годы показывает, что эти изменения направлены не только на улучшение летных качеств, но и на технологическое совершенствование самолетов.

Приведем ниже несколько примеров, показывающих справедливость этого утверждения.

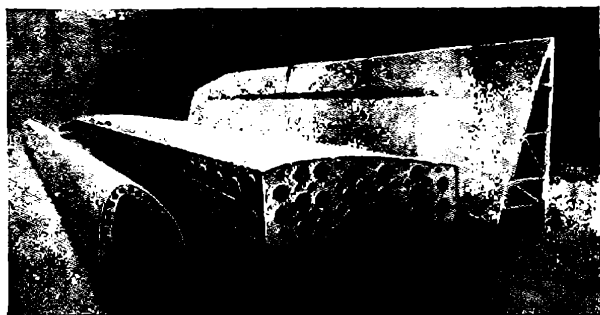
Переход на изготовление каркасов агрегата из открытых профилей взамен труб (фиг. 5):

а) резко повышает возможность выполнения сборочных работ на стационарном оборудовании;

б) способствует расширению фронта сборочных работ, так как обеспечивает установление технологических разъемов агрегатов с наименьшими весовыми потерями в результате применения креплений типа фланцевых;

в) сокращает количество необходимых сборочных приспособлений и упрощает их конструкцию, так как эти профили обладают достаточной жесткостью и устойчивостью и обводы изготовленных из них узлов (шпангоуты, нервюры) настолько устойчивы, что можно сократить количество элементов, фиксирующих такие узлы при сборке.

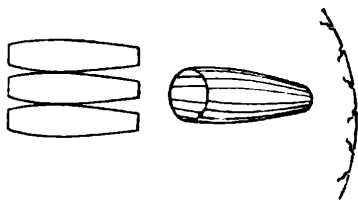
Рациональное сочетание конструктивных и технологических разъемов, осуществленное на ряде современных самолетов (фиг. 6), не утяжеляет конструкции, резко расширяет фронт сборочных работ и применение при этом стационарного оборудования.



Фиг. 6.

Оформление фюзеляжей из отдельных панелей, в которых работающие обшивки выполняются заодно с подкрепляющими элементами (фиг. 7), резко сокращает номенклатуру деталей и типоразмеров материалов, расширяет применение стационарного или электросварочного оборудования, уменьшает количество необходимых приспособлений.

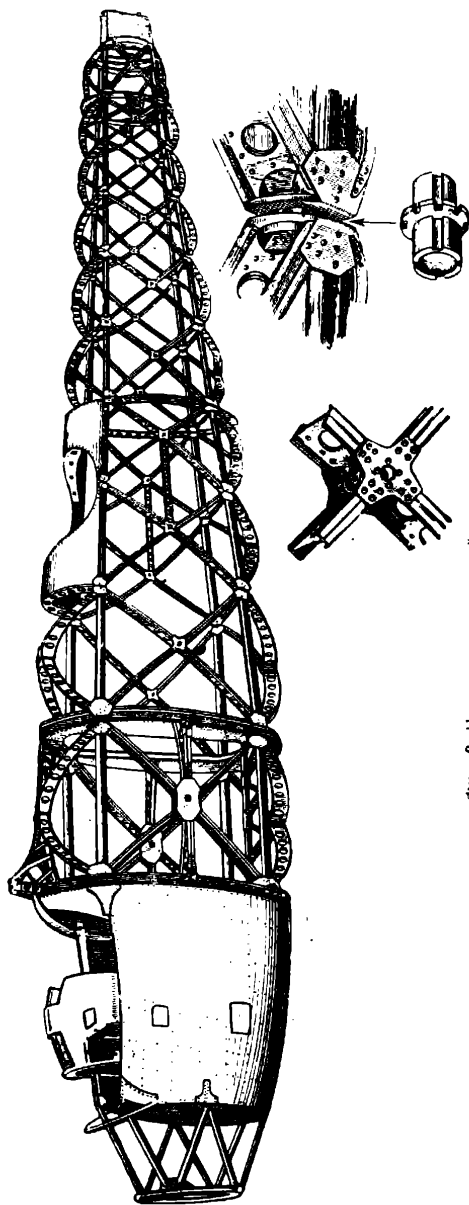
Геометрическое оформление самолетных конструкций (фиг. 8) также сокращает номенклатуру деталей, типоразмеров материала, производственных процессов и способствует механизации сборочных работ.



Фиг. 7. Схема фюзеляжа самолета Арадо.

Применение пластических масс для изготовления агрегатов самолета в сочетании с методом прессования отдельных секций удовлетворяет всем требованиям, перечисленным в схеме на фиг. 1, и особенно резко сокращает номенклатуру деталей и типоразмеров материалов и полуфабрикатов.

Конструктивные изменения последних лет охватывают оформление и отдельных узлов, и деталей самолета. Так, например, конструкция деталей из листового материала предусматривает возможность изготовления их на прессовом оборудовании. Это расширяет область механизации заготовительно-штамповочных работ и значительно сокращает



Фиг. 8. Пример геодезической конструкции.



Фиг. 9. Нарюка.