

УДК 621.981.1

Разработка автоматизированной линии раскроя листовых и рулонных авиационных сплавов В95пчАМ и 1163АМ

Марковцев В.А.^{1*}, Филимонов В.И.^{2}, Марковцева В.В.^{2***}**

¹*Национальный институт авиационных технологий (НИАТ),*

ул. Врача Михайлова, 34, Ульяновск, 432057, Россия

²*Ульяновский государственный технический университет,*

ул. Энгельса, 34, Ульяновск, 432063, Россия

**e-mail: niat@mv.ru*

***e-mail: omd@mf.ulstu.ru*

****e-mail: valeria2505@yandex.ru*

Аннотация

Качество авиационных гнутых профилей из листовых плакированных заготовок авиационных сплавов во многом зависит от ширины исходной заготовки. Получение минимальных радиусов сгиба и утолщения в уголкового зонах гнутых профилей способствуют повышению жесткости конструкции, составляющей каркас фюзеляжа летательных аппаратов. В связи с этим, в статье рассмотрены теоретические основания разработки линии продольного и поперечного раскроя листов из авиационных алюминиевых сплавов В95пчАМ и 1163АМ. А также представлена схема спроектированной, изготовленной и внедренной автоматизированной линии раскроя, позволяющей получать высококачественные профили типа «Стрингер» и «Шпангоут» из указанных материалов.

Ключевые слова: раскрой, алюминиевые сплавы, стрингер, шпангоут, летательный аппарат, фюзеляж.

1. Постановка задачи и методика решения

Качество современных летательных аппаратов во многом зависит от характеристик элементов и деталей, применяемых в каркасах фюзеляжей самолетов. Такими элементами являются гнутые профили «Стрингер» и «Шпангоут», изготавливаемые в настоящее время ОАО «Ульяновский НИАТ» из листовых плакированных заготовок авиационных алюминиевых сплавов, в частности из В95пчАМ и 1163АМ и используемые при разработке конструкции самолета МС-21. Особенности формообразования гнутых профилей из указанных сплавов заключаются в наличии плакирующего алюминиевого слоя на поверхности листов-подложек из труднодеформируемых сплавов. Задача заключается в получении кондиционных профилей, соответствующих требованиям, предъявляемым к авиационным деталям силового набора в отношении геометрических параметров, качества поверхности, а также внутренней структуры готовых изделий. Необходимым условием является сохранение сплошности покрытия, обеспечивающего коррозионостойкость гнутых профилей. В этой связи возникла необходимость разработки специальной технологии производства профилей на основе метода стесненного изгиба, разработанного Проскуряковым Г. В 60-х годах XX столетия. Несмотря на большое количество исследований, проводимых в данном направлении [1, 2], задача получения бездефектных гнутых профилей с малыми радиусамигиба и утолщениями в зонах сгиба, особенно из труднодеформируемых материалов, остается актуальной до настоящего времени.

Важным является проведение корректного расчета схемы профилирования стрингеров и шпангоутов, частью которого является разработка рациональной схемы раскроя ленты исходного материала на соответствующие полосы-заготовки, проектирование необходимого оборудования и оснащения.

Ширина заготовки C_3 является важным технологическим параметром, определяющим радиус утолщения зон сгиба и качество профиля. На основе экспериментальных исследований [3], а также с учетом вида НДС, ширина заготовки C_3 , при которой можно получать профили с заданным внутренним радиусом $гв$ в условиях плоской деформации, определяются формулой[5]:

$$C = B_p + kS_0n[1]$$

где C – ширина развертки профиля; k – коэффициент, зависящий от свойств материала и получаемого внутреннего радиуса (рис. 1); S_0 – толщина материала; n – число зон сгиба.

Ширину развертки профиля C находят по формуле:

$$C = \sum_{j=0}^M l_j + \frac{1}{S_0} \sum_{i=0}^N \left[(r_i + S_0)^2 - \frac{\alpha \cdot r_i}{2} - R_i^2 + \frac{\alpha_i R_i^2}{2} \right] \quad [2]$$

где M, N – число прямолинейных участков и число зон сгиба соответственно; l_j – длина j -го прямолинейного участка; $гв, гн$ – радиусы кривизны внутреннего и наружного контуров i -ой зоны ($r_b = r_i / S_0$ на рис.1). Сочетание внутреннего радиуса и утолщения влияет на значение коэффициента концентрации напряжений при работе уже готового профиля на кручение в условиях циклического нагружения. Для авиационных конструкций данная взаимосвязь является определяющей при

назначении геометрических параметров зоны сгиба на стадии разработки конструкции профиля.

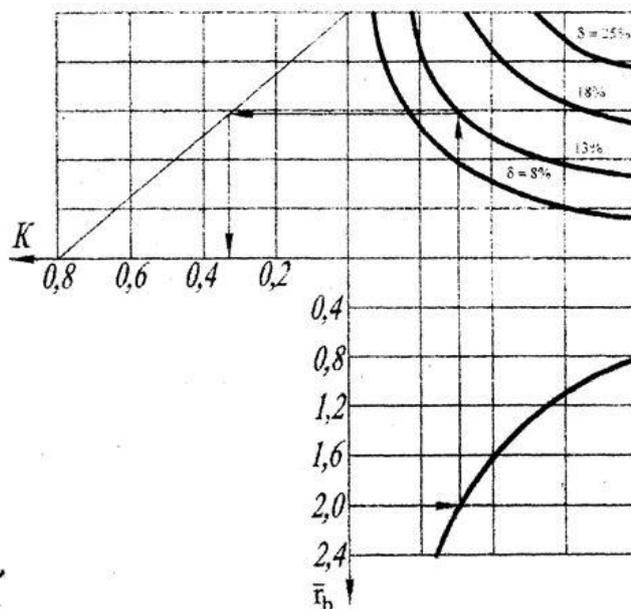


Рис. 1. Номограмма расчета коэффициента избытка заготовки

Номограмма на рисунке 1 получена Филимоновым В.И. с учетом сравнения относительного удлинения материала заготовки δ и деформаций на r в отсутствие дефектов на внутреннем контуре зоны сгиба [5]. Для авиационных конструкций данная взаимосвязь является определяющей при назначении геометрических параметров зоны сгиба на стадии разработки конструкции профиля. Значительное влияние оказывает избыток ширины заготовки. С увеличением ширины заготовки силовые параметры профилирования увеличиваются в значительной степени. При $\Delta C / (S_n) > 1,0$ начинается аксиальная вытяжка профиля, которая может достигать 7-10 % (для мягких сплавов типа Д16М). При этом увеличиваются поводки профилей, искажается поперечное сечение. Более интенсивное увеличение силовых параметров отмечается у более прочных материалов, таких, как В95пчАМ. При

значениях $\Delta C/(S_n) < 0,1$ процесс гибки мало чем отличается от обычной гибки и получить малые радиусы мест изгиба не возможно, особенно для сплава В95 или 1420ТГ. Поэтому диапазон значений $\Delta C/(S_{0n})$ от 0,1 до 1,0 обеспечивает наиболее благоприятные условия профилирования методом стесненного изгиба, причем большие значения из этого диапазона характерны для высокопрочных материалов, меньшие - для более мягких (типа Д16М).

2. Техническая реализация и результаты

Для технической реализации раскроя листов на полосы и рулонов на ленты шириной согласно разработанной теории и соответствующим требованиям, указанным в карте раскроя, в ОАО «Ульяновский НИАТ» была разработана и внедрена автоматизированная линия продольной резки листового и рулонного алюминиевых сплавов В95пчАМ и 1163АМ с временным сопротивлением разрыву σ_B не более 500МПа.

Состав линии продольной резки листового и рулонного алюминиевых сплавов представлена на рисунке 2: 1 – приводной разматыватель рулона с механизмом прижима; 2 – направляющий стол с узлом поперечной резки; 3 – рольганг направляющий; 4 – устройство листоправильное; 5 – дисковые ножницы; 6 – стол приемный; 7 – петлеобразователь; 8 – натяжитель; 9 – рулонница приемная.

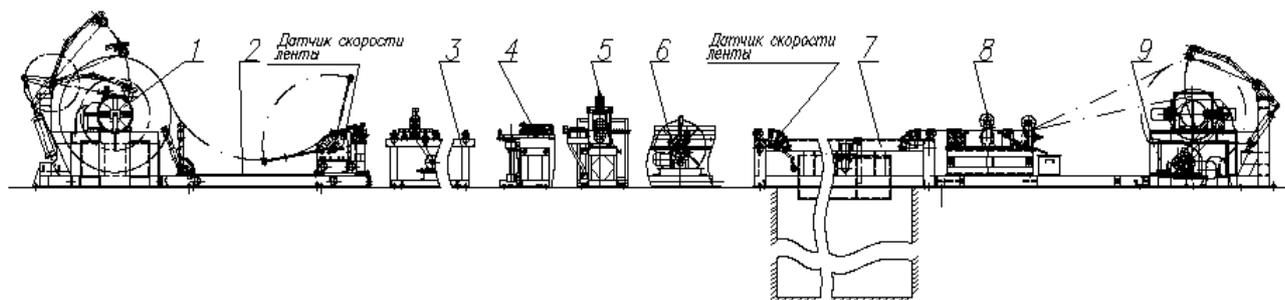


Рис. 2. Состав линии продольной резки листового и рулонного
алюминиевых сплавов В95пчАМ и 1163АМ

В состав линии входит также электронная система управления с частотными преобразователями.

Принцип работы линии: рулон металла с помощью загрузочного устройства устанавливается на разматыватель рулона 1, таким образом, чтобы разматывание металла происходило с верхней точки. Командой с пульта управления на рулон металла опускается прижимной ролик, включается привод разматывателя и металл плавно подается в рабочую зону направляющего стола 2 через разделительный ролик, ролик слежения скорости движения ленты, на блок роликов и далее на направляющий ролик, с которого счетным устройством производится считывание длины пропущенного материала. Скорость подачи металла контролируется датчиками, установленными на столе направляющем и петлеобразователе. Датчики синхронизируют работу приводов разматывателя, дисковых ножниц, стола приёмного и приёмной рулонницы.

Затем лента подаётся на подающий рольганг 3. Лента проводится по направляющим, подводится под прижимной ролик и с пульта управления подаётся команда на прижим ленты. Включаются приводы разматывателя и рольганга

направляющего, лента проводится через рольганг и подается в листоправильное устройство 4. Затем она поступает в раскройную секцию дисковых ножниц, где происходит раскрой на мерные ленты. Нарезанные ленты поступают далее на приемную рулонницу, краевые ленты от резки металла по кромковым подаются на рулонницы под отходы для сматывания отходов.

Для производства поперечной отрезки работа линии раскроя останавливается, материал фиксируется зажимным устройством и производится поперечный раскрой вручную, после чего материал освобождается в зажимном устройстве. Получаемые штрипсы упаковываются и снимаются с рулонницы.

Разработанный автоматизированный раскройный комплекс является уникальным. Обладая меньшей мощностью, габаритами по сравнению с аналогичным оборудованием, применяемым на металлургических комбинатах, он может использоваться в условиях заготовительно-штамповочного производства авиационных заводов и предприятий, обеспечивая высокое качество получаемых штрипсов необходимой ширины из листовых плакированных авиационных сплавов.

Заключение

Ширина развертки, наряду со схемами и режимы формообразования, величину и точность установки зазоров в роликах, выбор и установку оси профилирования и др., является одной из основных технологических характеристик, влияющих на процесс пластического формоизменения заготовки при интенсивном формообразовании. Так, в статье представлены результаты теоретических исследований параметров заготовки в виде соответствующих формул и

номограммы, которые целесообразно использовать при разработке технологии производства гнутых профилей из листовых плакированных заготовок авиационных сплавов.

Осуществлена разработка специального оборудования и оснащения для продольного и поперечного раскроя алюминиевых плакированных листовых и рулонных материалов. Данная разработка позволяет осуществлять продольный и поперечный раскрой лент из авиационных алюминиевых сплавов В95пчАМ и 1163АМ, обеспечивая высокое качество кромки и минимальные допуски по ширине заготовки, что позволяет максимально приблизить ширину получаемого штрипса к ширине развертки. Это, в свою очередь, способствует изготовлению высококачественных кондиционных авиационных гнутых профилей, получению каркаса фюзеляжа летательных аппаратов повышенной жесткости и, следовательно, снижению весовой отдачи конструкции летательных аппаратов в целом за счет уменьшения количества используемых гнутых профилей и крепежных элементов.

Библиографический список

- 1.Алексеев Ю.Н. Пластический изгиб при формообразовании гофрированных панелей методом стесненного изгиба // Самолетостроение и техника воздушного флота. – Харьков: ХГУ, 1968. – Вып. 16. – С. 79-84.
- 2.Колганов И.М. Разработка и внедрение процессов формообразования листовых профилей авиационных стесненным изгибом при волочении: Дисс. канд.техн.наук. – Куйбышев, 1983. – 247 с.
- 3.Мацнев В.Н. Способ формообразования глубоких гофрированных панелей // Авиационная промышленность. – 1983. - №2. – С.6 – 8.

4.Илюшкин М.В., Марковцев В.А., Баранов А.С., Волков А.А. Исследование особенностей изготовления гнутых профилей Z-образного типа в роликах // Современные технологии в машиностроении. Сб. матер. 12-й Междунар. научно-практич. конф. – Пенза: Изд. ПДЗ, 2008. – С. 86-89.

5.Марковцев В.А. Формообразование стесненным изгибом в роликах и правка гнутых тонкостенных профилей / В.А. Марковцев, В.И. Филимонов. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 244 с.