

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ LS-DYNA ПРОЦЕССА ГИБКИ ПОЛОСЫ ПРИ ИГОТОВЛЕНИИ ПРОФИЛЯ ДЛЯ ФЮЗЕЛЯЖА САМОЛЕТА SUPERJET 100

Илюшкин М.В.

В настоящее время стоит задача по снижению стоимости изготовления деталей применяемых в фюзеляжах самолета, что позволит снизить его стоимость и повысит конкурентоспособность на мировых авиационных рынках.

Одна из актуальных задач это усовершенствование технологии производства профилей заготовок шпангоута (рис. 1) на примере самолета Superjet 100.

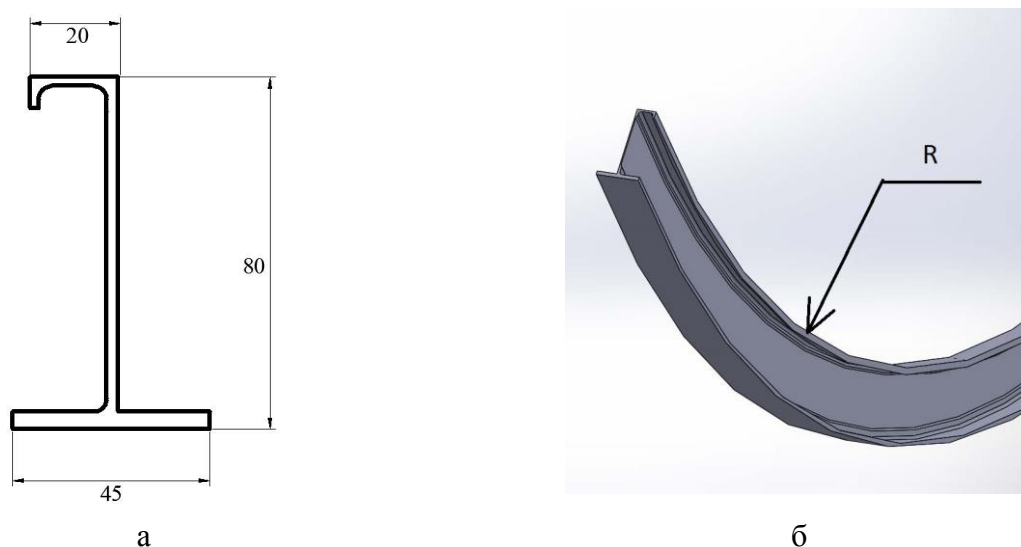


Рис. 1. Пример сечения профиля заготовки шпангоута самолета: а – профиль пресованный или фрезерованный, б – общий вид профиля с продольным радиусом R

Особенностью профиля шпангоута является наличие продольного радиуса R (рис. 1б), который, в ряде случаев, может быть переменным.

Профиль с продольной кривизной, представленный на рис. 1а, может быть получен несколькими способами:

- механическим фрезерованием из плиты;
- механическим фрезерованием из предварительно согнутой полосы прямоугольного или двутаврового сечения;
- гибкой или обтяжкой пресованного профиля.

Способ изготовления профиля фрезерованием из плиты является самым низкоэффективным способом изготовления, при котором КИМ составляет менее 1%. Его применять не рекомендуется.

Альтернативным способом является вариант с фрезерованием уже согнутой полосы прямоугольного или двутаврового сечения. В этом случае КИМ составляет 10-20%, что значительно выше предыдущего способа. Вариант гибки по данному способу приведен на рис. 2.

Данная технология хорошо отработана на предприятии АО «Ульяновский НИАТ» и заключается в постепенной формовке продольного радиуса нужной величины за счет вращения нижнего (2) и верхнего ролика (3). Вращение осуществляется поочередно то в одну, то в другую сторону. При этом одновременно осуществляется подъем боковых роликов 4.

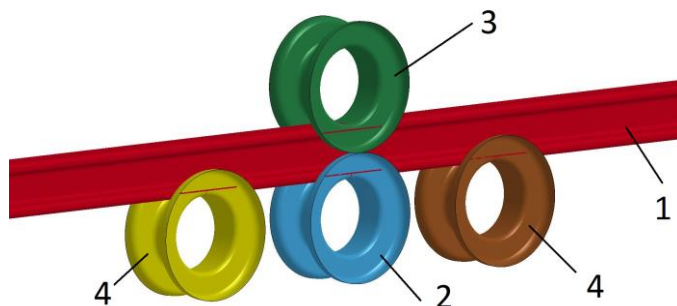


Рис. 2. 3D модель гибки полосы прямоугольного или двутаврового сечения в 4-х роликовой машине: 1 – полоса прямоугольного или двутаврового сечения, 2 – нижний ролик, 3 – верхний ролик, 4 – боковой ролик

При отработке новых технологий АО «Ульяновский НИАТ» начиная с 2010 г. использует коммерческую версию программы динамического анализа LS-DYNA [1]. В этой программе и были смоделированы рассматриваемые процессы изготовления профилей.

В программе задавались все необходимые параметры для выполнения моделирования: модели материалов заготовки и роликов, параметры нагружения, контактные взаимодействия, контрольные и выходные параметры.

В качестве материала использовался сплав В95 в отожженном состоянии. Для получения точных параметров использовалась диаграмма одноосного растяжения.

В процессе гибки полосы (рис. 3) происходит уменьшение величины радиуса до значения 1100 мм и постепенное накопление пластических деформаций. Величина пластических деформаций по зонам полосы различна. На внутренней зоне полосы максимальная деформация соответствует 4,2%, на наружной 5,1%, что позволяет говорить об отсутствии разрушения в процессе гибки (предельная деформация для сплава В95М значительно выше этой величины).

После получения полосы с нужным сечением производится его механическая обработка на которой получается сечение и продольный радиус в соответствии с чертежом детали (рис. 1а, 1б).

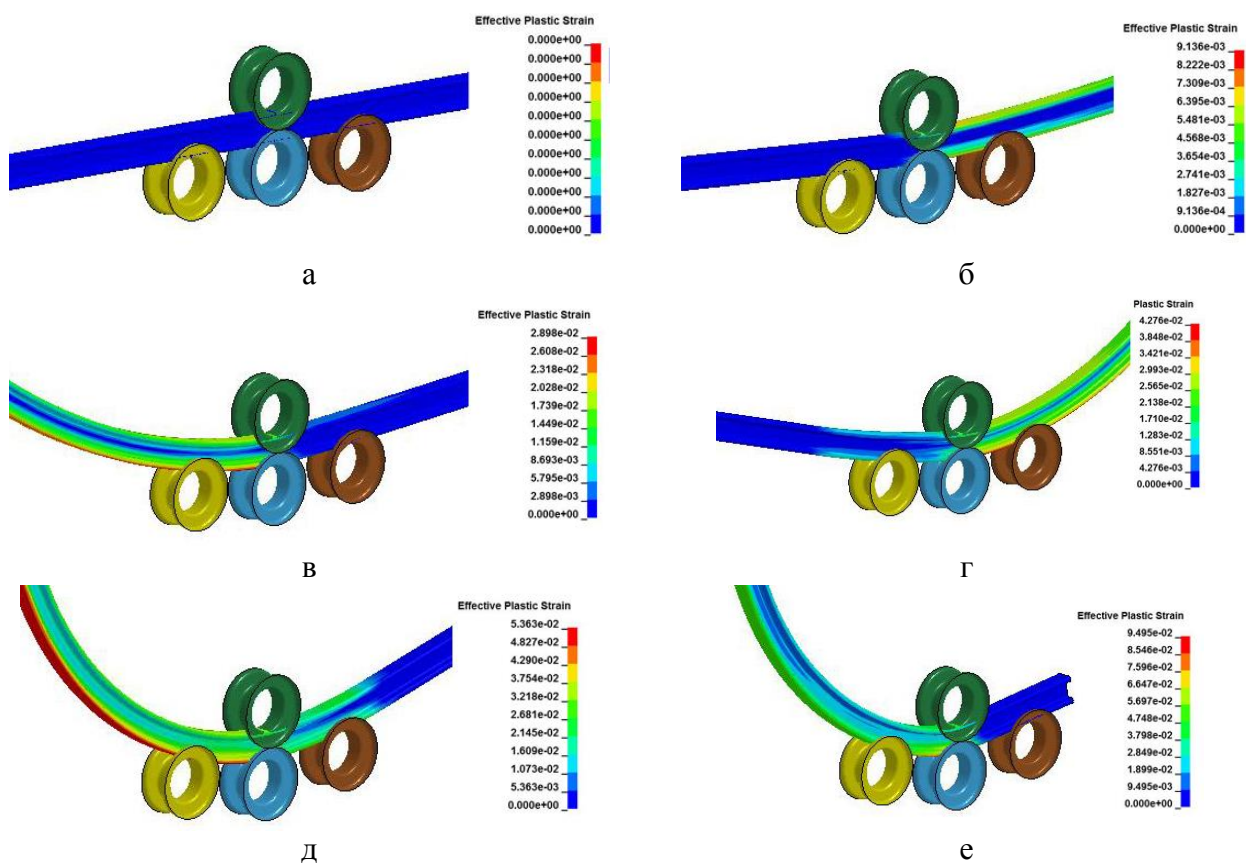


Рис. 3. Этапы гибки полосы с распределением пластических деформация: а – 0 сек, б – 4,5 сек, в – 9 сек, г – 13,5 сек, д – 17,5 сек, е – 22 сек

Применение средств инженерного анализа, а именно программы LS-DYNA или ANSYS WORKBENCH LS-DYNA), позволяет с большой точностью моделировать различные процессы гибки и формообразования, что позволяет сразу увидеть процесс, как бы он происходил в случае проведения практического испытания. Моделирование позволяет получить все необходимые данные по напряженно-деформированному состоянию и энергосиловым параметрам процесса. При наличии дефектов на заготовке или инструменте моделирование позволит увидеть их еще на стадии проектирования изделия.

Библиографический список

1. Илюшкин М.В. Моделирование процессов обработки металлов давлением (осадка цилиндрической заготовки) : учебно-методическое пособие / М.В. Илюшкин. – Ульяновск: УлГУ, 2013. – 112 с.