

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШПАНГОУТОВ И СТРИНГЕРОВ С ПРОДОЛЬНОЙ КРИВИЗНОЙ ИЗ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Аннотация. Представлена технология одновременных формообразования и продольной гибки на гибочно-прокатном станке ГПС-350М6 тонкостенных профилей из листовых авиационных материалов. При экспериментальных исследованиях путем регулирования настроечных параметров гибочного модуля с использованием метода стесненного изгиба достигнут радиус продольной кривизны до 600 мм на гнутом профиле с высотой стенки 78 мм из листовой заготовки сплава 1163АМ толщиной 2 мм. Использование данной технологии позволит в несколько раз сократить трудозатраты на изготовление шпангоутов и стрингеров современных самолетов.

Ключевые слова: Гибочно-прокатный станок, стрингеры и шпангоуты, гнутые профили из листовых заготовок, продольная гибка.

Abstract. The technology and the simultaneous formation of the longitudinal bending to rollforming machine RFM-350M6 thin sections of sheet aircraft materials. Experimental studies by controlling the bending modulus of tuning parameters using the constrained bending achieved longitudinal curvature radius of 600 mm on curved sheet profile with a height of 78 mm from the wall 2 mm of the sheet blank alloy 1163AM. This technology allows a few times to reduce the effort required to manufacture frames and stringers of modern aircraft.

Keywords: Rollforming machines, frames and stringers, sheet profiles, longitudinal bending.

В самолетостроении гнутые профили из высокопрочных авиационных сплавов начали широко применяться в 60 х годов прошлого века, и в настоящее время они активно используются в наиболее современных самолетах Boeing Company, Lockheed Corporation, Airbus S.A.S. и др. для изготовления таких

деталей фюзеляжа как стрингеры и шпангоуты, а также в интерьере и других частях самолета.

Продольная гибка профилей из авиационных материалов традиционно на авиационных заводах осуществляется с растяжением, при этом используются обтяжные пуансоны и специальные профилегибочные станки. Наряду с высокими затратами на технологическую оснастку, продольная гибка с растяжением предполагает термообработку профилей для обеспечения необходимой пластичности труднодеформируемым авиационным материалам.

В судостроении, автомобилестроении и других отраслях машиностроения для продольной гибки профилей успешно используются методы ротационно-локального деформирования с приложением к профилям в дополнении к изгибающим нагрузкам радиальных сжимающих напряжений роликами. Положительное влияние радиальных напряжений в процессах продольной гибки авиационных конструкций отмечается и в работах проф. Ершова В. И., а именно на внешнем растянутом волокне уменьшается опасность образования трещины при гибки с радиальным сжатием по малому радиусу, а увеличение гидростатического давления повышает пластичность металла, что особенно актуально для высокопрочных алюминиевых сплавов. Успешной реализацией методов продольной гибки труб с радиальным сжатием на станках с ЧПУ достигла американская фирма Sharpe Products, однако их технологии не предполагают деформацию тонкостенных профилей из листовых заготовок авиационных материалов.

Реальным внедрением в самолетостроении перспективных методов продольной гибки с радиальным сжатием может служить разработанная в ОАО «Ульяновский НИАТ» технология совмещенных процессов формообразования (профилирования) методом стесненного изгиба (СИ) и продольной гибки тонкостенных профилей из листовых авиационных материалов на гибочно-прокатных станках серии ГПС. На рис. 1 представлена схема продольной гибки

профиля с радиальным сжатием на станке ГПС, оснащенным дополненным гибочным модулем 2. В последней клетке 1 станка ГПС осуществляется окончательное формообразование сечения профиля методом СИ за счет осадки выгнутых полок 3 полуфабриката профиля, поступающего на клетку 1.

Осадка полок и смещение металла в места изгиба методом СИ решает задачи по созданию сложных форм поперечных сечений, повышению жесткости и прочности тонкостенных профилей из труднодеформируемых листовых авиационных материалов. Одновременно в клетке 1 станка ГПС за счет радиального сжатия и тангенциального смещения металла создаются условия образования пластического шарнира для продольной гибки и правки профиля роликами 5 гибочного модуля 2.

При подготовке к производству современных российских самолетов в ОАО «Ульяновский НИАТ» проведены опытно-технологические работы по изготовлению предполагаемых гнутых профилей для стрингеров и шпангоутов самолета МС 21 из алюминиевых сплавов В-1469, 1163АМ, В95очАВ, образцы которых представлены на рис. 2. Профили изготавливались из листовых заготовок толщиной 1,5, 1,8 и 2 мм, при этом внутренние радиусы мест изгиба составляли от 2 до 4 мм с утолщением стенки профиля от 3 до 5 % в месте изгиба. Отработка технологии изготовления Z образных гнутых профилей выполнена для шпангоутов с высотой стенки до 78 мм, а для стрингеров – до 27 мм с контролем геометрических параметров поперечного сечения, а также состояния лакирующего слоя на поверхности профиля.

Продольная гибка и правка профилей производилась на станке ГПС 350М6 одновременно с формообразованием поперечного сечения по схеме представленной на рис.1, при этом продольный радиус кривизны профиля R_v обеспечивался изменением положения (размеры H_p и L_p см. рис.1.) гибочного модуля 2 и относительно клетки окончательного формообразования 1 станка ГПС. Данные по исследованию влияния положения гибочного модуля 2

относительно клетки окончательного формообразования станка ГПС на процессы продольной гибки Z образных гнутых профилей с высотой стенки до 78 мм из алюминиевого сплава 1163АМ приведены на рис. 3.

При проведении экспериментальных исследований измерялись геометрические параметры поперечного сечения, контролировалось возникновение гофр на полках и стенках профиля, характеризующих потерю устойчивости. Состояние поверхностного (плакирующего) слоя анализировалось с использованием измерительного микроскопа МИМ 8М. Наряду вышеприведенными параметрами определялись вертикальные усилия R_v , возникающие на роликах 5 гибочного модуля 2. Радиусы продольной кривизны R_v , полученные в ОАО «Ульяновский НИАТ» на гнутых профилях из авиационных алюминиевых сплавов для стрингеров составляли до 400 мм, а для шпангоутов – до 600 мм. На рис.4 представлены Z образные профили для шпангоутов с высотой стенки 78 мм и толщиной – 2 мм, продольная кривизна которых получена при формообразовании на станке ГПС.

Характер возникающих при продольной гибки и правке энергосиловых нагрузок в гибочном модуле (см. рис. 5) позволяет утверждать о возникновении в клетке окончательного формообразования 1 станка ГПС «пластического шарнира» что позволяет осуществить значительные бездефектные деформации стенок и полок тонкостенного профиля без потери их устойчивости с приложением незначительных усилий R_v .

Полученные при проведении опытно-технологических работ результаты по формообразованию и продольной гибки Z-образных тонкостенных профилей из алюминиевых сплавов в АО «Ульяновский НИАТ» доказывают перспективность использования при изготовлении стрингеров и шпангоутов современных российских самолетов гнутых профилей с заданной продольной кривизной полученной в процессе гибки-прокатки профиля на станках ГПС.

Предлагаемая технология позволит значительно сократить трудоемкость и себестоимость изготовления большого числа деталей фюзеляжа самолета.

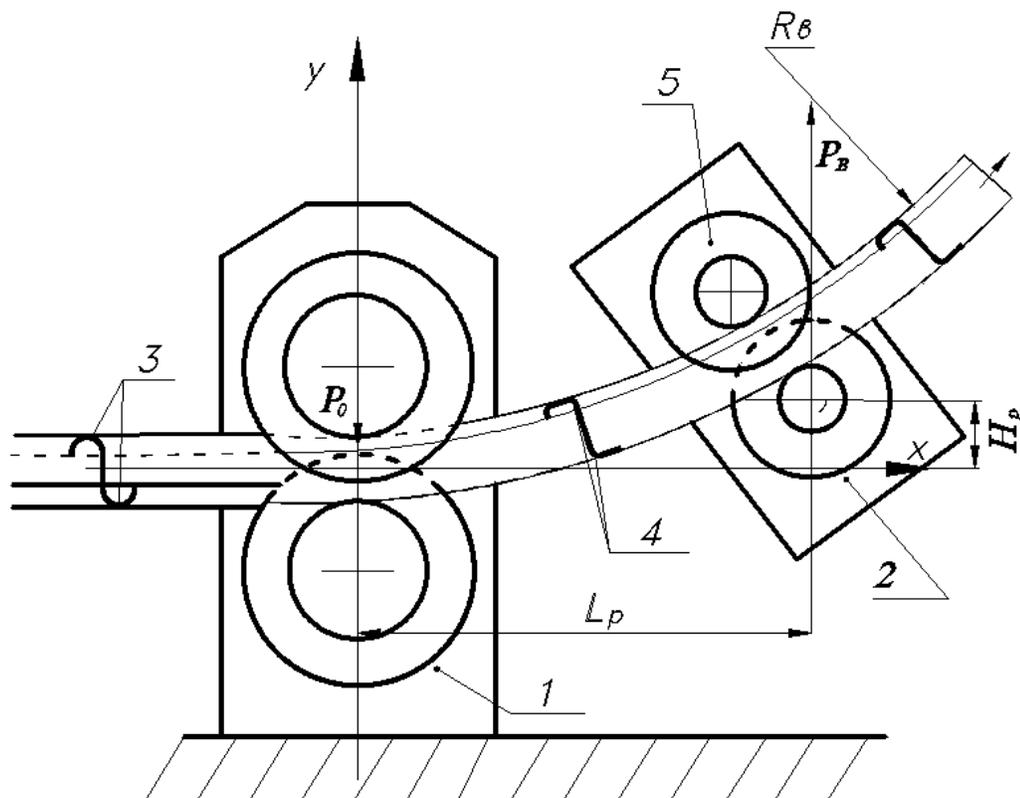


Рис. 1. Схема продольной гибки тонкостенного профиля с радиальным сжатием на станке ГПС.

1- последняя клетка окончательного формообразования профиля; 2 – гибочный модуль; 3 - полуфабрикат профиля до осаднения полок; 4 – готовый профиль; 5 – ролики гибочного модуля.



Рис. 2. Z образные гнутые профили из алюминиевых сплавов для изготовления шпангоутов и стрингеров самолета.

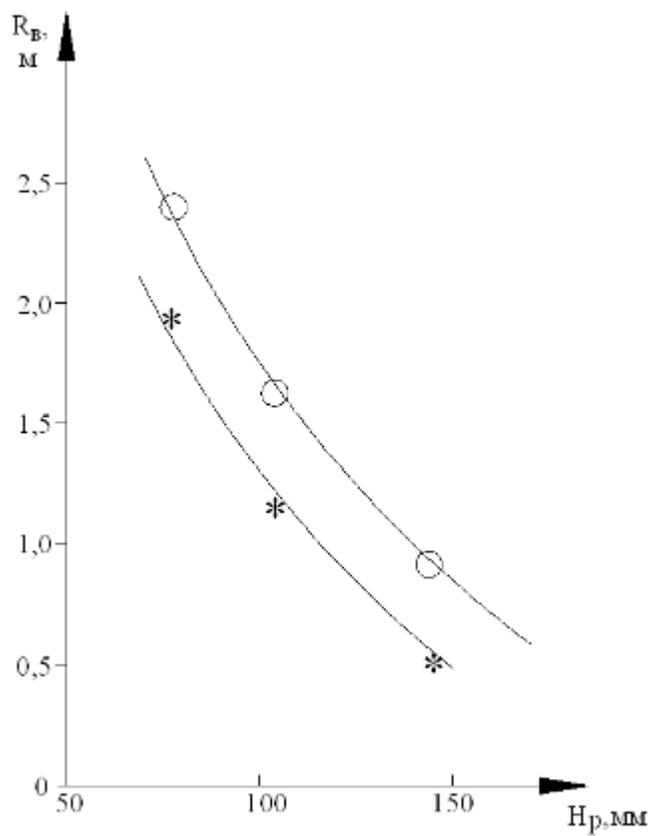


Рис 3. Зависимость радиуса продольной гибки $R_{в}$ от положения гибочного модуля (см. рис. 1) на станке ГПС (o – $L_p=400$ мм; * - $L_p=350$ мм)



Рис. 4. Гнутые профили для шпангоутов с продольной кривизной полученные при гибке-прокатке на станке ГПС.

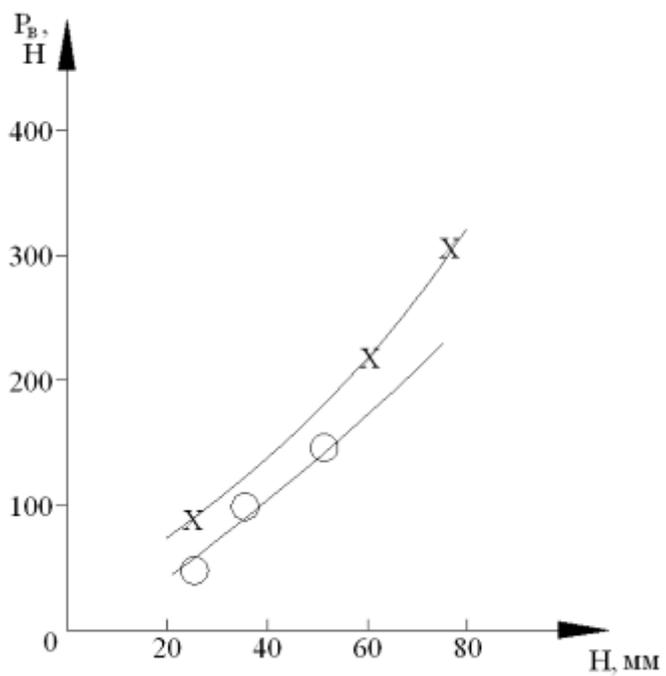


Рис 5. Зависимость вертикальных усилий P_v в гибочном модуле от высоты вертикальной стенки H профиля. X – Z-образные профили; o – корытные профили