

УДК 621.771.63

Ю.А Плеснецов, А.Г. Крюк, Т.Л. Коворотный*Харьковский национальный экономический университет**Национальный технический университет**Харьковский политехнический институт***Оптимизация процесса профилирования и определение режимов формовки швеллеров из алюминиевых сплавов**

В работе определены оптимальные режимы профилирования швеллеров с шириной полок (40...100) мм из алюминиевых сплавов Д16АМ АД1М, АМг2М, АМг5М, АМг6Б и В-95.

Технико-экономические исследования показывают, что освоение производства гнутых профилей из алюминиевых сплавов в объеме 13...14 тыс. т более чем на 30 млн рублей в год эффективнее по сравнению с их производством штамповкой или гибкой на прессах.

Цель работы – оптимизация технологии производства гнутых профилей из алюминиевых сплавов. Для достижения поставленной цели проведены экспериментальные исследования по определению влияния на качество профилей режимов формовки, толщины полосы и механических свойств профилируемого металла, а также относительной ширины подгибаемых элементов профиля.

1. Методика проведения исследований

Исследован процесс профилирования симметричных швеллеров из алюминиевых сплавов, характеристики механических свойств которых приведены в таблице.

Механические свойства алюминиевых сплавов

Марка сплава	σ_B , кг/мм ²	σ_T , кг/мм ²	δ_{10} , %
Д16АМ	20	9,3	15,5...18
АМг2М	35,5	19,5	18,5
АД1М	19,5	11	13...18
АМг6Б	36,5	18,5	18,5
АМг5М	33,5	18,5	16,5
В-95	26,5	14	14,5

При разработке технологии профилирования за основу был принят режим валковой формовки с двойным перегибом подгибаемых элементов. В качестве базового профиля при проектировании технологии был принят швеллер 100х100х4 мм. В калибровке валков для экспериментальных исследований формирующие шайбы верхних валков выполнены без конусных элементов. Для определения влияния величины углов подгибки на качество профилей и оптимального режима профилирования предусмотрена формовка профилей по нескольким режимам. Ширина подгибаемых полок принималась равной 100; 70; 40 и 20 мм, высота стенки – 100 мм, толщина полосы – 4; 2 и 1 мм.

2. Исследование влияния режима профилирования и параметров заготовок на качество профилей

а) Профилирование полос толщиной 1 мм из сплава Д16АМ

Опробована формовка швеллеров с шириной полок 100, 70, 40 и 20 мм, высотой стенки 100 мм при внутреннем радиусе места изгиба 1 мм. Швеллеры с шириной полок 100, 70, 40 и 20 мм имели соответственно прогиб 0; 0,5; 1,0; 1,5 мм на 1 м длины и волнистость полок не более 2; 2; 1,5 и 0,5 мм. Качество швеллеров первых трех профилируемых размеров соответствует ГОСТ 8278. Швеллеры 100х20х1 мм, имевшие прогиб 1,5 мм (при допуске 1,0 мм), с помощью роликовой проводки, установленной за последней рабочей клетью стана, были доведены до нормативных требований.

б) Профилирование полос толщиной 2 мм из сплава Д16АМ

Внутренние радиусы места изгиба при всех опробованных режимах формовки были приняты равными 2 мм. Анализ качества профилей показал, что для получения швеллеров с шириной полок более 70 и менее 40 мм, удовлетворяющих требованиям НТД, необходимо в начале маршрута профилирования уменьшить величины углов подгибки за проход до (8...10)°.

в) Профилирование полос толщиной 4 мм из различных алюминиевых сплавов

В исследованиях по выбору оптимальных режимов профилирования швеллеров из различных алюминиевых сплавов внутренний радиус изгиба был принят равным 3,0 мм. Опробовано профилирование в восьми рабочих клетях. Швеллеры из сплава Д16АМ с шириной полок 100, 70, 40 и 20 мм имели прогиб соответственно 1,5; 2,0; 3,0 и 5,5 мм на 1 м длины, волнистость полок – 2,5; 2; 0,5 мм.

Швеллеры с шириной полки 20 мм волнистости не имели. Швеллеры из сплава АМг5М имели такую же волнистость полок, а прогиб на 20...40% больший. Швеллеры 100x40x4 мм из сплавов АД1М, АМг6Б, АМг2М имели одинаковый прогиб – 3,0 мм на 1 м длины и волнистость полок 1,0...1,5 мм. Из сплава В-95 изготовить швеллеры с внутренним радиусом места изгиба 3 мм не удалось. При подгибке на суммарный угол 63° в местах изгиба возникали *сквозные трещины* и заготовка *разрушалась*.

Применение двойного перегиба полок позволило устранить концевые дефекты, способствовало уменьшению волнистости полок, однако приводило к увеличению пружинения металла. Повышенное пружинение устранялось посредством уменьшения ширины ручья калибра нижнего вала последней формирующей клетки.

Исследования показали, что швеллеры из сплава Д16АМ и других сплавов, близких к нему по пластическим свойствам (см. таблицу), можно профилировать по одним и тем же режимам. Качество профилей зависит от величины углов подгибки в каждой клетке. Величина критических углов подгибки, при которых возникает волнистость кромок и прогиб профилей, определяется толщиной заготовки, шириной подгибаемых полок и механическими свойствами металла профилируемой полосы. Так, из заготовок толщиной 1 мм из сплава Д16АМ можно изготовить качественные швеллеры с шириной полок от 40 до 100 мм в девяти рабочих клетках. Для изготовления швеллеров из заготовок толщиной 2 мм необходимо 10 клеток, а при толщине 4 мм их требуется 11-12. При ширине полок швеллеров 40...70 мм углы подгибки за проход можно принимать несколько большими, чем при их ширине больше 70 мм и меньше 40 мм. Профили с большей шириной полки преимущественно имеют большую волнистость полок, а с шириной полок меньше 20 мм – больший прогиб. Поэтому для них в начале процесса профилирования (до 46°) необходимо принимать углы подгибки за проход не более 10°.

г) определение минимальных допустимых радиусов изгиба

Для определения минимальных допустимых радиусов изгиба проведено профилирование полос толщиной 4 мм из всех исследуемых сплавов при внутреннем радиусе изгиба 2 мм. Из шести швеллеров (сплав АД1М) два имели трещины в местах изгиба, что объясняется нестабильностью механических свойств ($\delta_{10} = 13 \dots 18\%$). На половине швеллеров из сплава АМг5М наблюдались трещины и над-

рывы на торцах. На швеллерах из остальных сплавов трещин не было. Вместе с тем лакирующий слой на внутренней стороне мест изгиба всех швеллеров был смят валками, заметна подчеканка. Утонение в местах изгиба в результате вытяжки и подчеканки составляет 15...25% толщины исходной заготовки. Для определения минимальных допустимых радиусов изгиба при профилировании швеллеров из сплава В-95 изготовлены швеллеры 100x40x4 мм с внутренним радиусом изгиба 4 мм. На швеллерах при визуальном осмотре трещины не выявлены, утонение в местах изгиба не превышало 20% толщины исходной заготовки.

1. В работе определены оптимальные режимы профилирования швеллеров с шириной полок 40...100 мм из алюминиевых сплавов Д16АМ АД1М, АМг2М, АМг5М, АМг6Б и В-95.

2. Установлено, что при формовке швеллеров с шириной полок более 100 мм и менее 40 мм углы подгибки за проход в первой половине маршрута профилирования (до 46°) не должны превышать 10°.

3. Экспериментально определены минимальные допустимые радиусы подгибки для швеллеров при толщине исходной заготовки 4 мм (для сплавов Д16АМ, АМг2М, АМг6Б) – 2 мм; (для сплавов АД1М и АМг5М) – 3 мм; (для сплава В-95) – не менее 4 мм.