

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАЛКОВОЙ ФОРМОВКОЙ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ С ПРОСЕЧНО-ВЫТЯЖНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

А. А. Юрченко

Кафедрой обработки металлов давлением Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» совместно с Украинским научно-исследовательским институтом металлов (УкрНИИмет) разработана технология производства гнутых профилей с просечно-вытяжными элементами валковой формовкой. Большинство разработанных профилей предназначено для использования в промышленном строительстве при обустройстве разного рода пешеходных настилов и лестничных ступеней взамен традиционно используемых для этих целей изделий из рифленой горячекатаной стали, существенно уступающей по эксплуатационным свойствам предлагаемым изделиям. Ранее аналогичные профили изготавливали только на прессовом оборудовании, что обуславливало их достаточно высокую цену и этим ограничивало их применение. Получение любых гнутых профилей валковой формовкой обеспечивает повышение производительности в 3-4 раза, возможность получения крупногабаритных профилей практически любой длины, существенное удешевление продукции.

При разработке новой технологии были успешно решены технические проблемы, которые до настоящего времени не позволяли осуществлять валковую формовку просечных профилей из заготовки толщиной более 0,3 мм. В частности, удалось предотвратить коробление готовых профилей, избежать появления заусенцев и задиров в местах просечек. Для подтверждения правильности исходных предпосылок проведенного теоретического анализа и определения степени точности найденных аналитических зависимостей, а также с целью получения дополнительных сведений, необходимых для разработки и проектирования

нового технологического процесса, были проведены исследования уточнения металла при формовке просечно-вытяжных элементов, исследования напряженно-деформированного состояния металла профилей способом измерения твердости и микротвердости, а также определены энергосиловые параметры процесса. Все эксперименты были проведены при освоении технологии производства профиля настила для переходных площадок НПП-660 на опытно-промышленном стане 550 УкрНИИмета.

Исследования усилий формовки и крутящих моментов проводили методом электротензометрии. В качестве датчиков усилий использовали первичные преобразователи мембранного типа с проволочными тензорезисторами, установленные под нажимные винты рабочей клетки стана.

Крутящие моменты находили косвенным путем, посредством измерения деформации скручивания шпинделей, передающих усилие от шестеренной клетки рабочим валкам в процессе формовки профилей. Так как шпиндель работает на скручивание и на его поверхности возникает напряженное состояние чистого сдвига, датчики наклеивали на шпиндель под углом 45° к его оси, поскольку в этом направлении действуют напряжения растяжения и сжатия. Для передачи электрического сигнала от тензодатчиков, наклеенных на вращающемся валу шпинделя, использовали кольцевые токосъемные устройства со скользящими контактами. Градуировку датчиков производили непосредственно на шпинделе, обеспечивая ступенчатое нагружение последнего моментами известной величины.

Для экспериментов использовали заготовки толщиной 2,5 мм из сталей ВстЗкп и 09Г2, взятые из одной партии металла каждой марки. Данные марки стали выбраны как наиболее часто используемые при изготовлении пешеходных настилов и других строительных металлоконструкций, находящихся под открытым небом.

Механические свойства металла исходных заготовок определяли в лаборатории исследования физико-механических свойств металла УкрНИИмета по стандартной методике на плоских 10-кратных образцах. Экспериментально установленные значения соответствовали справочным.

Перед началом опытного профилирования зазор между рабочими валками устанавливали равным 2,45 мм, при толщине заготовки 2,5 мм, с учетом пружинения клетки.

При формовке настила НПП-660 имеет место три характерных фазы:

1. Заканчивается формовка двух элементов, а четыре элемента находятся в стадии формовки;
2. Заканчивается формовка четырех элементов, а четыре – в начальной стадии формовки;
3. Заканчивается формовка четырех элементов, а два – в начальной стадии формовки.

Каждой из этих фаз соответствует свой уровень максимальных усилий и крутящих моментов. Суммарное усилие формовки всего настила имеет две составляющие: усилие формовки отбортовок и усилие формовки элементов противоскольжения. Элементы противоскольжения расположены таким образом, что при формовке всего настила в работе участвуют сразу несколько диск-пуассонов на различных стадиях формирования элементов, так что измерения усилий и крутящих моментов при формовке всего профиля позволяют определить максимальные нагрузки, но не дают возможности выяснить, какая доля из этой нагрузки приходится на формовку каждого отдельного элемента. Поэтому при проведении экспериментов энергопараметры измеряли не только при формовке профиля в целом, включая и отбортовки у кромок, но и при формовке на узких полосах шириной 130 мм и длиной 2400 мм двух центральных рядов, в которых элементы противоскольжения находятся на одной линии и формируются одновременно. При этом, для получения сопоставимых результатов, формовку каждой полосы начинали одной и той же помеченной парой диск-пуассонов.

В результате тензометрических исследований было установлено, что максимальное усилие при формовке двух центральных рядов элементов противоскольжения для стали ВстЗкп равно 58 кН, для 09Г2 – 75,4 кН. Следовательно, максимальное усилие формовки одного элемента для стали ВстЗкп составляет 29 кН, а для стали 09Г2 – 37,7 кН. Усилия, полученные расчетным путем по разработанной методике теоретического анализа, на 14% больше усилий, полученных экспериментально для стали ВстЗкп и на 12% - для 09Г2. Разница в 2% может быть объяснена неодинаково точной аппроксимацией кривых упрочнения. Поэтому методика может быть использована для расчета усилий формовки профилей с просечно-вытяжными элементами и

определения прочностных характеристик и мощности оборудования для их производства.

При формовке на узкой полосе любых других двух соседних рядов элементов противоскольжения, кроме центральных, максимальное усилие в момент окончательной деформовки каждого элемента равно 43,3 или 55,9 для сталей ВстЗкп и 09Г2 соответственно.

Усилия формовки отбортовок определяли, измеряя их на двух узких полосах, заданных в крайние участки калибра. При определении крутящих моментов за нулевую отметку на осциллограмме принимали крутящий момент «холостого хода». Максимальное значение крутящих моментов, измеренные на ведущем шпинделе при одновременной формовке двух элементов, составили 1,56 и 2,01 кН м, т.е. на формовку одного элемента приходится 0,78 или 1,00 кН м для сталей ВстЗкп и 09Г2 соответственно. Доля крутящего момента, проходящего на преодоление трения в опорах валков (подшипниках), составила 0,24 кН м для стали ВстЗкп и 0,28 кН м – для 09Г2. Крутящий момент, необходимый для формовки одного элемента противоскольжения при использовании стали ВстЗкп равен 0,54 кН м, 09Г2 – 0,73 кН м. На основании описанной методики были установлен момент, необходимый для формовки на опытном стане 550 профиля настила НПП-660, который составил 2,59 кН м и 3,35 кН м для сталей ВстЗкп и 09Г2 соответственно.

На основании выполненных расчетов получена формула для определения суммарного усилия формовки настилов, а также обоснована пригодность практического использования разработанной методики теоретического расчета энергосиловых параметров нового технологического процесса.

А.А. Юрченко

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Украина, г. Харьков, Кафедра обработки металлов давлением
Контактный телефон: (0572) 40-00-40