

ку конической заготовки в коническое отверстие другой заготовки. Значения углов находятся в пределах $0,5...10^\circ$. С увеличением угла конуса возрастает толщина деформируемого слоя. Угол конуса выбирается в зависимости от формы детали и размеров образующей конуса.

Холодная сварка металлов и сплавов является одним из перспективных направлений при изготовлении сложных по форме деталей и конструкций из простых элементов (на рис. 1, а, б). Преимущество этого направления заключается в том, что предварительно обработанные элементы соединяются холодной сваркой без изменения формы и размеров заготовок (на рис.1, в - d, d_d, D_d и L).

Так как деформированию подвергаются тонкие контактирующие слои, холодная сварка позволяет экономить металл за счет изготовления отдельных элементов из заготовок различного диаметра, увеличивать производительность работ путем уменьшения объема снимаемого металла, повышать качество деталей за счет применения различных материалов с учетом условий нагружения отдельных участков. Сварка в холодном состоянии обеспечивает ремонтоспособность деталей, так как позволяет изменять площадь свариваемых участков и способствует увеличению точности изготовления сложных деталей введением окончательной обработки при постоянной базовой поверхности (рис. 1) диаметром d (для случаев, когда каждый элемент обрабатывается на различных станках, а при соединении погрешности двух деталей выходят за пределы допуска).

При холодной сварке не требуется специального оборудования, реализуется возможность механизации и автоматизации операций, не предъявляются высокие требования к шероховатости поверхности (достаточно чистой обработки резцом) и точности изготовления заготовок. Снижение остаточных напряжений и повышение точности соединения достигаются за счет применения специальной кондукторной оснастки.

Сварка сталей в холодном состоянии, основанная на химической реакции контактирующих поверхностей, позволяет получать соединения обработанных заготовок за счет деформирования тонких контактирующих слоев и может применяться в сочетании с традиционной обработкой резанием в различных отраслях машино- и приборостроения.

УДК 621.771.2

Л.А. БАРКОВ, д-р техн. наук,
С.А. МЫРИН, канд. техн. наук (ЧПИ)

ТЕХНОЛОГИЯ И СТАНЫ ДЛЯ ПРОКАТКИ ПРУТКОВ И КАТАНКИ ИЗ МАЛОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из новых эффективных способов получения прутков, катанки и фасонных профилей из малопластичных металлов и сплавов, например, на основе вольфрама, молибдена, хрома, никеля и других металлов, является способ прокатки четырехсторонним обжатием (ПЧО).

В Челябинском политехническом институте на основе ПЧО разработана новая промышленная технология и станы для получения прутков, катанки и фасонных профилей из тугоплавких и жаропрочных малопластичных материалов*. Прокатка осуществляется в калибрах, образованных четырьмя валками, оси которых расположены в одной плоскости или смещены попарно на величину, меньшую длины очага деформации. Полоса или заготовка, преимущественно квадратного сечения, задается в калибр в положении на ребро, что исключает затекание металла в разъемы валков. Обжатие распределяется неравномерно по ширине ручьев, как правило, образованных гладкой бочкой валков. Оно максимально по оси симметрии калибра и снижается до нуля вблизи плоскостей разреза валков, что вызывает утяжку полосы в плоскостях разреза валков. При ПЧО создается силовая схема всестороннего неравномерного сжатия, повышающая технологическую пластичность обрабатываемого материала. Деформирование осуществляется практически без поперечного течения или с утяжкой металла. При этом значительно повышается эффективность процесса. Благодаря отмеченным особенностям достигаются высокие вытяжки за проход. Это позволяет уменьшить в процессе прокатки общее количество операций нагрева и обработки давлением, создать в очаге деформации высокое гидростатическое давление, дополнительно повышающее пластичность металла и улучшающее механические свойства и качество проката.

Прокатка коротких, литых и порошковых спеченных заготовок из тугоплавких металлов, преимущественно из вольфрама, молибдена и сплавов на их основе, выполняется на одноклетевых и многоклетевых сортовых станах с четырехвалковыми калибрами последовательной прокатки. Перед прокаткой осуществляется нагрев исходных заготовок в электрических печах с защитной атмосферой. Прокатка, как правило, выполняется по системе калибров квадрат — квадрат, образованных четырьмя гладкими валками. Между проходами полоса кантуется относительно продольной оси на угол 45° . На одноклетевых станах партия заготовок подвергается нагреву перед каждым следующим проходом. На многоклетевых станах с одного нагрева осуществляется от двух до четырех проходов.

Вытяжка при прокатке малопластичных металлов и сплавов на сортовых станах с четырехвалковыми калибрами находится в пределах 1,2...1,6 за проход. Меньшие значения относятся к тугоплавким металлам, большие — к жаропрочным сплавам, например, на основе никеля. В настоящее время промышленной прокаткой на сортовых станах получают квадратные, восьмигранные и круглые прутки диаметром 15...40 мм, а также фасонные профили.

Отличительной особенностью клетей сортовых станов с четырехвалковыми калибрами [1] является привод только двух горизонтальных валков из четырех, образующих калибр. Каждая клеть стана имеет индивидуальный привод. Для улучшения захвата полосы валками пара холостых валков смещается относительно приводных по ходу прокатки. Клетки снабжены вводной и выводной валковой арматурой. Валковые узлы выполнены сборными и размещены на консольных осях подушек. Привод валков осуществляется со свободной стороны консольной оси подушки. Такое конструктивное исполнение

* В разработке конструкций станов принимал участие В.В. Пастухов.

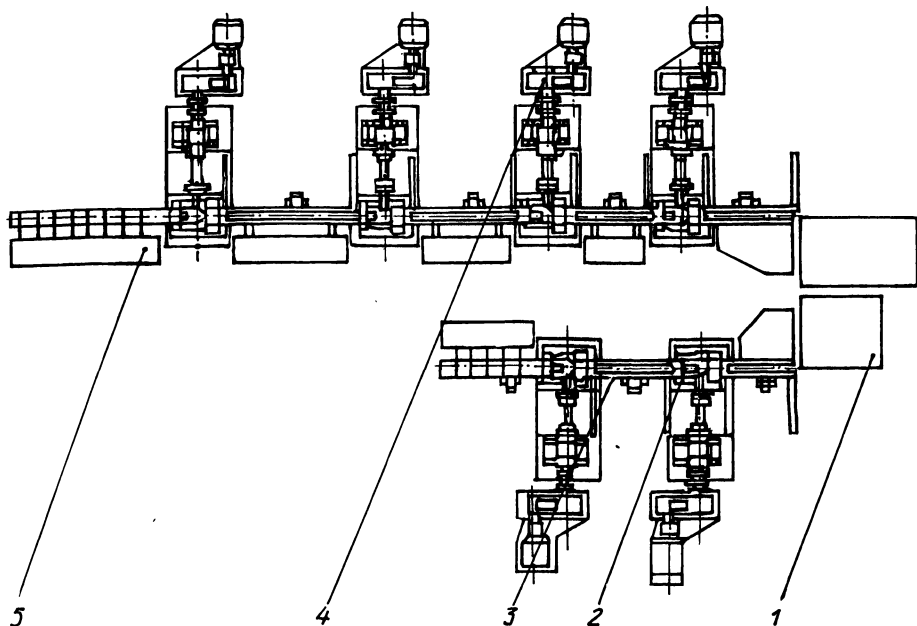


Рис. 1. Шестиклетевой сортовой стан МК-380 × 6:

1 — печь для нагрева заготовок; 2 — клеть стана; 3 — транспортный ролик; 4 — привод клетки; 5 — холодильник стана

валковых узлов позволяет увеличить подводимый крутящий момент. Рабочей частью валкового узла является бандаж диаметром 380 мм, изготовленный из чугуна или инструментальной стали.

На рис. 1 показан шестиклетевой сортовой стан с четырехвалковыми калибрами типа МК-380 × 6*, который находится в настоящее время в стадии освоения.

Прокатка прутков и проволочных заготовок диаметром менее 15 мм из порошковых спеченных штабиков выполняется на многоклетевых прутковых станах. Средняя вытяжка за проход составляет 1,2 ... 1,3. Прокаткой получают квадратные, шестигранные, восьмигранные проволочные заготовки и круглые прутки диаметром 7...14 мм. Проволочные заготовки для получения проволоки подвергаются затем последующей непрерывной прокатке или ротационной ковке. Отличительной особенностью клетей прутковых станом [2] является привод всех четырех валков диаметром 200...230 мм, образующих калибр. Каждая клеть стана имеет индивидуальный привод.

Для прокатки прутков и катанки диаметром от 3 до 5 мм из катаных проволочных заготовок предназначены непрерывные станы с четырехвалковыми калибрами. Промышленный непрерывный стан состоит из двух блоков по че-

* На конструкцию стана получены патенты США 4198841, ФРГ 2832049, Швейцарии 632426, Японии 1172618, Австрии 371378 и Франции 2398554.

тыре клетки. Приводными из четырех валков, образующих калибр, являются только два. Клетки в каждом блоке наклонены друг относительно друга и к горизонту на угол 45° , что исключает кантовку полосы и максимально приближает их друг к другу. В настоящее время изготовлен и находится в стадии монтажа промышленный непрерывный проволочный стан [3] с четырехвалковыми калибрами типа МКН-150 x 8*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 7535 03 (СССР). Прокатная клеть с четырехвалковым калибром / В.Н. Выдрий, Л.А. Барков, В.В. Пастухов и др. 2. А. с. 778831 (СССР). Прокатная клеть с четырехвалковым калибром / В.Н. Выдрий, В.В. Пастухов, Л.А. Барков и др. 3. А. с. 778829 (СССР). Непрерывный прокатный стан / В.Н. Выдрий, В.В. Пастухов, Л.А. Барков и др.

УДК 539.374

А.С. МАТУСЕВИЧ, д-р техн. наук, А.Е. АЗАРЕНКО (ФТИ)

СРЕДНИЕ КОНТАКТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из наиболее эффективных методов пластического формоизменения металлических волокнистых композиций является прокатка. Для нахождения оптимальных параметров деформирования необходимо определить силовые условия процесса.

Рассмотрим условие равновесия полосы под действием внешних сил при силовом взаимодействии между композиционной полосой и валками [1]:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \int_0^l \sigma_n dx + \mu K_k l_n - \mu K_k (l - l_n) + \sigma_2 H - \sigma_1 h = 0, \quad (1)$$

где α — угол захвата; μ — коэффициент трения; $K_k = 0,57\sigma_{т.к}$; l_n — координата нейтрального сечения; l — горизонтальная проекция длины дуги захвата.

Подставляя в формулу (1) $l = R \sin \alpha$, $l_n = R \sin \gamma$, $p_c = 1/l \int_0^l \sigma_n dx$, где R — радиус валка; γ — нейтральный угол; p_c — среднее контактное напряжение, после преобразований получим

$$p_c = 1,15\mu[\sigma_{т.в} V_v + \sigma_{т.м} (1 - V_v)] \sqrt{\frac{R(1-\epsilon)}{eh}} \left(1 - 2 \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}\right) + \sigma_1 \frac{1-\epsilon}{\epsilon} - \sigma_2 \frac{1}{\epsilon}. \quad (2)$$

*На конструкцию непрерывного стана получены патенты Франции 2452331, Японии 1160138, Швейцарии 640755, ФРГ 2905179, Австрии 359955, США 4229961.