

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 621.771

Щукин В.Я., Исаевич Л.А., Кожевникова Г.В.

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ

*БНТУ, ГНУ «ФТИ НАН Беларуси»
Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время в машиностроении методом поперечно-клиновой прокатки (ПКП) изготавливается широкая номенклатура изделий типа тел вращения с удлиненной осью. Их конфигурация может быть самой разнообразной: цилиндрические, конические и сфероидальные поверхности со всевозможными канавками и выступами. В металлообрабатывающей промышленности технологии, базирующиеся на использовании метода ПКП, используются для производства промежуточных профилированных заготовок под последующую точную штамповку или иные процессы пластического формообразования, а также под чистовую механическую обработку. Кроме того, существует достаточно обширная группа изделий, например, валы и оси в сельхозмашиностроении, для которых данный метод позволяет получить готовую деталь.

Мировые тенденции устойчивого экономического развития в первую очередь связаны с решением глобальной проблемы оптимизации ресурсопотребления и ресурсосбережения. Технологии ПКП, обеспечивающие коэффициент использования металла 0,8–0,98 полностью соответствуют этим требованиям и сводят к минимуму затраты на хранение и утилизацию отходов. В процессе эксплуатации прокатанные изделия отличаются более высокой прочностью и износостойкостью. В связи с этим ПКП является одним из перспективных направлений обработки металлов давлением.

Фундаментальные исследования и прикладные разработки в области ПКП в настоящее время выполняются в научных центрах Беларуси (ГНУ «ФТИ НАН Беларуси», БНТУ, «Белтехнология», «АМТ Инжиниринг»), России (Московский государственный институт стали и сплавов, ОАО АХК «ВНИИМЕТМАШ» имени академика А.И.Целикова), Германии (Технический университет г. Хемница, Франкоферский институт инструмента и технологии обработки металлов давлением), Чехии (фирма «ШМЕРАЛ»), Польши (Технический университет г. Люблина), США (Питсбургский университет, шт. Пенсильвания), Китая (Исследовательский центр деталепрокатки Пекинского университета науки и техники, Пекинский исследовательский институт машиностроительных электротехнических технологий, Шеньянский Лигонгский университет).

Принцип ПКП реализован в настоящее время в целом ряде конструкций прокатного оборудования и инструмента, производителями которых, кроме Республики Беларусь, являются Германия, Россия, Китай, Чехия, Япония.

К настоящему времени на мировом рынке предлагается оборудование, обеспечивающее следующие схемы процесса (рис. 1): двухвалковую; трёхвалковую; валково-сегментную; двухсегментную; плоскую с двумя подвижными плитами; плоскую с подвижной и неподвижной плитой.

Выпускаемое прокатное оборудование позволяет прокатывать широкий диапазон поковок диаметром до 130мм, длиной до 1000мм.

Из известных принципиальных схем ПКП наибольшее применение получили плоско-клиновая и валковая, на основе которых спроектированы соответствующие виды оборудования. В процессе эксплуатации каждого вида определились их преимущества и недостатки.

Валковые станы (рис. 1, а, б, 2, а) характеризуются более высокой производительностью за счет отсутствия холостых ходов. На валковых станах длина развёртки клина значительно превосходит длину плоского инструмента, благодаря чему расширяются возможности прокатки длинномерных изделий. Использование прокатки из длинномерного прутка позволяет снизить долю концевых отходов, что повышает коэффициент использования металла.

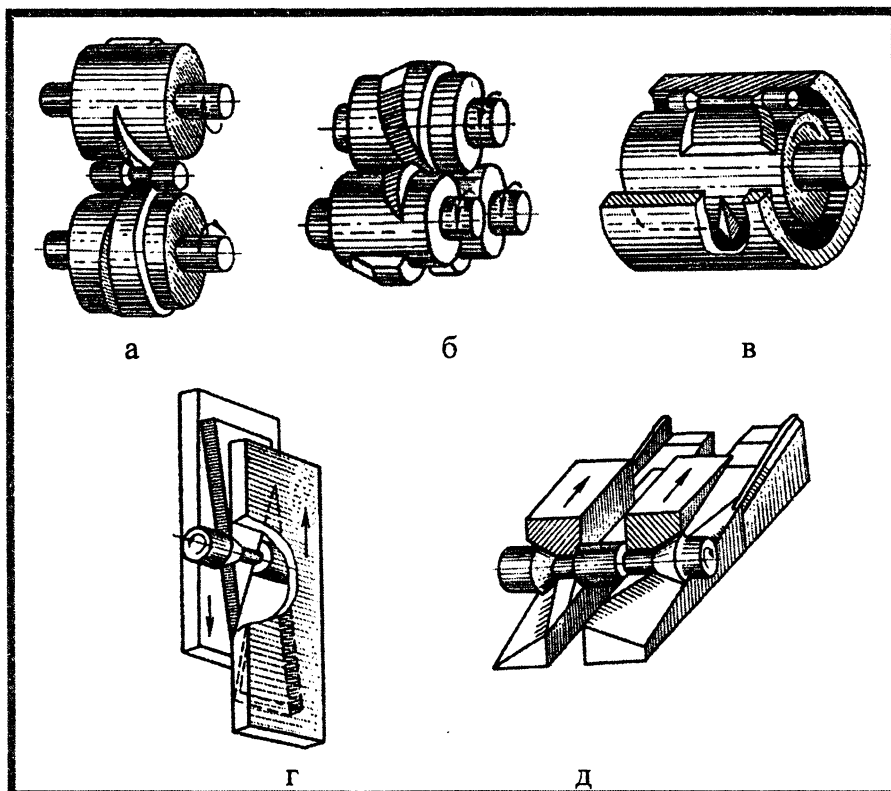


Рисунок 1- Схемы процесса ПКП: а – двухвалковая; б – трёхвалковая; в – валково-сегментная; г – с двумя подвижными плитами; д – с подвижной и неподвижной плитами

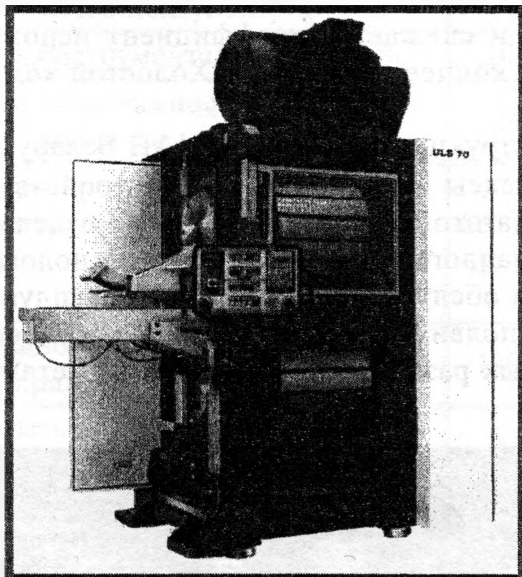
К недостаткам валковых станов следует отнести сложность и высокую трудоемкость изготовления гравюры валкового инструмента, которая выполняется на специальных токарных станках. Применяемая последующая термообработка не обеспечивает твердость, соответствующую твердости плоского инструмента. Как результат, более низкая стойкость валкового инструмента по сравнению с плоским. Кроме того, токарная обработка гравюры даёт более низкую её точность по сравнению со шлифованной гравюрой плоского инструмента, что ведёт к снижению точности прокатанных изделий.

По данным заводов, эксплуатирующих валковые станы, их обслуживают, как правило, двое рабочих. Валковый инструмент более сложен в отладке. Переналадка валкового стана с одной детали на другую занимает более длительное время, чем плоскоклинового. Как правило, двухвалковые станы предназначены для прокатки ступенчатых валов диаметром 30-130мм, длиной до 600м невысокой точности, при этом предъявляются более высокие требования к к прямолинейности оси прутка, а также имеются ограничения по длине прутка. К недостаткам станов валковой прокатки также следует отнести сложности, связанные с раскручиванием прутка большого диаметра, задачей его в индуктор и прокатную клеть. Станы штучной прокатки менее металлоёмки, более компактны.

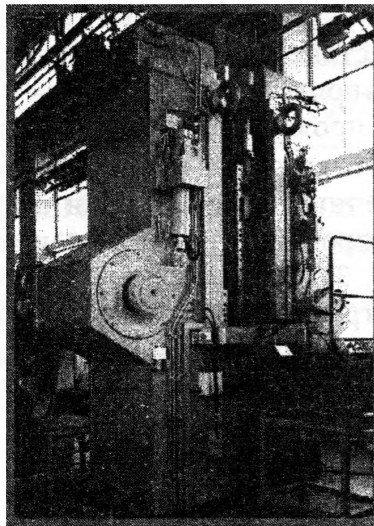
Валково-сегментные станы (рис. 1, в) высокопроизводительны, компактны, предельно просты по конструкции. Однако они работают только со штучной заготовкой. К недостаткам следует отнести отсутствие регулировки закрытой высоты, снижающей точность изделий,

сложность изготовления, ремонта, наладки и стоимости инструмента (40% от стоимости самого стана).

Плоскоклинковые станы с двумя подвижными плитами (рис. 1, г, 2, б) используются для прокатки штучной заготовки диаметром 20-100мм и длиной 100-630мм. Они отличаются невысокой производительностью вследствие необходимости остановки инструментальных плит для загрузки и удаления заготовки, что составляет 40% рабочего цикла. В станах отсутствует регулировка инструмента в ходе прокатки, что снижает точность изделий. К недостаткам стана относится также пожароопасность из-за попадания ещё не остывших концевых отходов в фундаментный приямок, вызывающих загорание скапливающегося там масла из гидросистемы.



а



б

Рисунок 2- Оборудование ПКП: а – валковый стан ULS 70 фирмы «Šmeral», Чехия; б – стан ПКП с двумя подвижными плитами, Германия

Станы с подвижной и неподвижной плитами (рис. 1, г, д), предназначены для прокатки штучных заготовок диаметром 5-120мм и длиной 30-400мм. При прокатке заготовка, вращаясь, движется вдоль неподвижного нижнего инструмента, поэтому зоны загрузки и выгрузки заготовки разделены, что упрощает автоматизацию такого комплекса. Стан не требует остановки для подачи в зону прокатки заготовки и удаления из нее прокатанной детали, что повышает производительность этого оборудования по сравнению с плоскоклинковыми станами с двумя подвижными плитами.

Плоско-прокатные станы обладают рядом преимуществ по сравнению с валковыми станами:

- простота изготовления, высокая точность и низкая себестоимость плоско-клинового инструмента, поскольку он изготавливается на универсальном фрезерном и шлифовальном оборудовании;
- стабильное положение детали на плоскости инструмента, в то время как при валковой прокатке деталь необходимо удерживать в зоне прокатки направляющими линейками;
- более высокая точность получаемых изделий, обеспечиваемая высокоточным плоско-клиновым инструментом и точным положением детали в процессе прокатки относительно плоского инструмента;
- более высокая стойкость плоского клинового инструмента (до 0,5 млн. деталей), достигаемая за счёт изготовления его составным, применения качественных марок сталей и качественной термообработки деформирующих клиньев.

Достоинством плоскоклиновых станов является также изготовление клинового инструмента составным из отдельных секций на универсальных фрезерных и плоскошлифовальных станках. Такой инструмент прост по конструкции и его обработка возможна в условиях любого завода. Инструмент закаливается до твердости HRC 52-56, чем обеспечивается его высокая стойкость. Шлифованием получают размеры клиновых элементов высокой точности, благодаря чему достигается и высокая точность прокатанных деталей. Сборный инструмент позволяет производить замену отдельных быстроизнашиваемых частей инструмента, кроме того упрощается отладка новых технологии за счет подналадки и переделки отдельных вставок инструмента.

Недостаток плоскоклиновых станов заключается в невозможности прокатки от прутка. Вследствие этого увеличивается трудоёмкость процесса за счёт введения операции рубки прутка на мерные заготовки, и снижается коэффициент использования металла вследствие необходимости отрезки концевых отходов. Холостой ход снижает производительность станов.

Плоско прокатное оборудование конструкции ГНУ «ФТИ НАН Беларуси» представляют собой автоматизированные комплексы [1], включающие устройства и механизмы, обеспечивающие функции нагрева заготовки, профилирования изделия, а также транспортирования заготовки и прокатанного изделия в ходе технологического процесса (рис. 3). Комплексы ПМ удобны в обслуживании, просты в эксплуатации. В них предусмотрена регулировка нижнего неподвижного инструмента, обеспечивающая точное получение линейных и диаметральных размеров прокатываемой детали без останова процесса прокатки.

В ФТИ НАН Беларуси разработан ряд плоскопрокатных комплексов серии ПМ, охватывающий широкий диапазон размеров прокатанных изделий: диаметром 5 – 60мм, длиной 30 – 350мм. В таблице представлены технические характеристики этих комплексов.

Недостаток плоскоклиновых станов, заключающийся в невозможности прокатки от прутка, устраняется установкой в комплекс ПКП отрезной машины конструкции ГНУ «ФТИ НАН Беларуси» [2]. Принципиальная схема отрезной машины базируется на технологии планетарного профилирования и резки нагретых прутков.

Принцип работы комплекса следующий. Часть прутка, нагретая токами высокой частоты до необходимой температуры, подается до упора отрезной машины. В процессе пластического деформирования нагретого прутка двумя валками, совершающими планетарное вращение, отрезается мерная цилиндрическая заготовка, имеющая конические торцы или торцы иной необходимой формы. Пруток при этом не вращается, вследствие чего нет ограничений по его длине и кривизне. Затем на стане ПКП выполняется операция пластического формообразования. При этом металл торцевых конусов заполняет объём утяжины, которая образовалась бы при традиционной прокатке заготовки с плоскими торцами. Обе технологические операции (пластическое отделение мерной заготовки и пластическое формообразование изделия) производится с одного нагрева в индукционной установке. Применение комбинированной технологии плане-



Рисунок 3 - Клеть плоскоклинового стана комплекса ПМ конструкции «ФТИ НАН Беларуси»

гарной резки и последующей ПКП позволяет увеличить КИМ дополнительно на 10-14%.

Таблица

Технические характеристики комплексов поперечно-клиновой прокатки

Наименование параметров	Модель					
	ПМ5.135	ПМ5.155	ПМ5.150	ФТИ550	ПМ5.117	ПМ5.095
Максимальное усилие прокатки, кН	250	300	200	70	150	100
Ход ползуна, мм	2800	2200	2650	1900	1900	1400
Количество ползунов	2	2	1	1	1	1
Длина инструмента, мм	2500	2000	1250	900	900	600
Производительность, ходов/час	180	240	240	600 720*	300	600
Размеры прокатываемой заготовки, мм – диаметр – длина	60...120 до 1000	60...120 до 860	50...110 до 520	30...60 до 350	33...50 до 250	14...25 до 160
Мощность главного привода, кВт	120	130x2	90	75	60	60
Мощность индукционного нагревателя, кВт	800	250	250	-	250	100
Частота тока, питающего нагреватель индукционный, Гц	1000	2400	2400	-	2400	8000
Температура нагрева заготовок, °С	900... 1200	900... 1200	900... 1200	900... 1200	900... 1200	900... 1200
Расход охлаждающей воды, м ³ /ч	50	5...10	1...10	1...12	1...12,5	1...10
Кол-во обслуживающего персонала, чел.	1	1	1	1	1	1
Габаритные размеры, мм – длина – ширина – высота	16000 8000 1700	7660 3000 2360	5600 2500 3100	5600 4200 1700	9500 6700 2750	7500 4500 2200
Масса, кг	40000	40000	19000	8000	25000	12000

* – при комплектации стана импортной гидравлической системой

Для монтажа оборудования не требуется фундамент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щукин В.Я. Основы поперечно-клиновой прокатки. – Мн.: Наука и техника, 1986. – 223с.
2. Кожевникова Г.В. Развитие теории и технологии формообразования осесимметричных ступенчатых деталей поперечной прокаткой. – Мн.: Издательский дом «Белорусская наука», 2005. – 250 с.