

Технологические возможности станов поперечно-клиновой прокатки при изготовлении мелющих шаров

В. И. Котенок, д-р техн. наук; **С. И. Подобедов**
(АХК ВНИИМЕТМАШ имени академика А. И. Целикова)

Станы поперечно-клиновой прокатки (ПКП) создавались для производства изделий цилиндрической формы средней длины, таких как валы и оси. По мере развития процесса клиновой прокатки на этом оборудовании стали осваивать производство изделий сложной формы, имеющих кроме цилиндрических поверхностей конические и сферические участки. Типичным представителем таких изделий являются шаровые пальцы [1].

В последние годы в связи с возникшей потребностью в небольших производствах стальных мелющих шаров появились предложения о поставке станов ПКП для изготовления этих шаров [2, 3]. Однако, учитывая специфику формы шара и наличие высокопроизводительной конкурирующей технологии — процесса винтовой прокатки шаров в винтовых калибрах [4] — необходимо определить целесообразность и область применения станов ПКП для производства шаров.

Впервые изготовление мелющих шаров на станах ПКП с плоским инструментом было апробировано в ГДР на станах модели UWQ в 1983 г. (табл. 1). Клиновой инструмент был закреплен на плитах, движущихся в вертикальном направлении вверх и вниз, при этом ось изделия остается неподвижной. Разработанный способ заключается в том, что вначале в зоне деформации образуется промежуточный раскат, профиль которого представляет собой ряд шаров, соединенных тонкими перемычками. При продолжающейся клиновой прокатке раскат «разрезается» на отдельные шары, причем отходы в виде об-

рези образуются только на концах. Количество прокатываемых одновременно шаров зависит от размера шаров и типа стана и находится в пределах от 10 (шары Ø20 мм, стан UWQ40.1×400) до 5 (шары Ø110 мм, стан UWQ100.1×630).

Технологию и оборудование для прокатки мелющих шаров на станах ПКП с плоским инструментом предлагают белорусские фирмы «Белтехнология и М» и «АМТ-Инжиниринг» (табл. 2).

Предложенные технологии и оборудование для ПКП шаров пло-

ским инструментом имеют ряд недостатков:

низкую производительность, составляющую не более 30...65 шт./мин; большой отход металла в концевую обрезь (5...14 %), так как в качестве исходной заготовки используются короткие прутки, а с каждой заготовки образуются концевые отходы, составляющие около половины шара.

Эти недостатки связаны с особенностью работы станов ПКП с плоским инструментом, а именно:

возвратно-поступательное движение плит ограничивает число двой-

Таблица 1

Техническая характеристика станов UWQ [2]

Параметр	Модель стана	
	UWQ40.1×400	UWQ100.1×630
Ширина инструмента, мм	520	800
Число двойных ходов (максимальное), мин	6,7	2,5
Производительность, шт./мин		
шар Ø20 мм	67	
шар Ø110 мм		12,5
Мощность двигателя, кВт	90	170
Масса стана, т	11,5	60

Таблица 2

Техническая характеристика белорусских станов ПКП для шаров

Параметры	Модель стана (фирма)	
	SP 3400-2-ИН «Белтехнология-М»	WRL100 TN «АМТ-Инжиниринг»
Ширина инструмента, мм	550	500
Диаметр шаров, мм	40...80	50...100
Число двойных ходов (максимальное), мин	6	7,5
Мощность двигателя, кВт	200	120
Мощность индукционного нагревателя, кВт	600	600
Масса стана, т	40	32

Коэффициент расхода металла K_p на станах ПКП с плоским инструментом

Наименование стана	Ширина плиты B , мм	Диаметр шара $D_{ш}$, мм	Число шаров $N_{ш}$, шт.	Техническая производительность стана максимальная, шт./мин;		Коэффициент K_p
				* — по мощности нагревателя, т/ч		
UWQ40.1×400	400	40	9	59		1,09
	400	80	4	26		1,16
UWQ100.1×630	630	40	13	32		1,08
	630	80	7	17		1,12
SP 3400-2-1H	550	40	11	66	1,2	1,09
	550	80	5	30 (11*)	1,5*	1,13
WRL100 TN	500	40	11	77	1,4	1,09
	500	80	5	33 (11*)	1,5*	1,14

ных ходов, а значит и производительность станов 6...8 ходами в минуту;

невозможность использования для прокатки длинной заготовки (до 6 м) из-за отсутствия механизмов подачи и удерживания таких прутков на оси прокатки, даже в станах с двумя подвижными плитами.

Для количественной оценки этих недостатков определим расходный коэффициент металла K_p при клиновой прокатке шаров плоским инструментом.

Если на станах ПКП число прокатываемых шаров составляет $N_{ш}$, то коэффициент расхода металла K_p с учетом окисления при нагреве металла (~ 1 % при нагреве ТВЧ) и немерности при разделении длинномерного проката на короткие штучные заготовки рассчитывается по формуле

$$K_p = (N_{ш} + 0,5)/N_{ш} + 0,01 + (L_3/L_{3м} - 1),$$

где L_3 — длина исходного прутка ($L_3 = 6$ м); $L_{3м}$ — длина мерной заготовки под прокатку шаров.

При известной ширине инструмента B число шаров диаметром $D_{ш}$, прокатываемых на стане, определяется по формуле

$$N_{ш} \leq B/D_{ш} - 0,5.$$

При этом для обеспечения устойчивости процесса формовки шаров необходимо, чтобы число шаров было нечетным.

В табл. 3 приведены расчеты коэффициента расхода металла для известных станов ПКП с плоским инструментом, из которых следует, что расходный коэффициент металла при прокатке шаров на станах ПКП с клиновым инструментом по мере увеличения диаметра шара возрастает и составляет 1,08...1,16.

Производство мелющих шаров на валковых станах ПКП также возможно, что показывает опыт Санкт-Петербургской фирмы ООО «ЕСН». Хотя производительность таких станов выше на 25...35 % (по сравнению с производительностью станов с плоским инструментом) из-за отсутствия возвратно-поступательного движения валков, но остановка валков на загрузку коротких прутков ограничивает их производительность, а применение штучных коротких заготовок не снижает расходный коэффициент при производстве шаров.

ВНИИМЕТМАШ занимается разработками в области валковой ПКП с начала 70-х годов прошлого столетия. За это время был создан ряд станов, охватывающих широкую номенклатуру прокатываемых заготовок диаметром до 130 мм и длиной до 700 мм [1], которые установлены на многих машиностроительных заводах России и СНГ.

Кроме этого, ВНИИМЕТМАШ создал гамму шаропркатных станов (ШПС) для винтовой прокатки шаров в винтовых калибрах, в которых реализована технология непрерывной формовки и подачи прутка в винтовой очаг деформации за счет винтообразности реборды валков и их перекоса на угол подачи [5] (рис. 1).

В результате процесс прокатки в винтовых калибрах обеспечивает производительность станов ШПС при производстве шаров $\varnothing 40...100$ мм из заготовок длиной до 6 м на уровне 80...480 шт./мин, при расходном коэффициенте металла равном 1,02...1,03, что в 4...6 раз лучше, чем на станах ПКП.

Поэтому процесс поперечно-винтовой прокатки в винтовых калибрах широко применяется

для изготовления мелющих шаров $\varnothing 20...120$ мм в промышленности, преимущественно в черной металлургии. Общий годовой выпуск только в России измеряется сотнями тысяч тонн.

Анализ конструкции винтовых ШПС и валковых станов ПКП показал, что они по своим конструктивным и функциональным возможностям близки, хотя и имеют свои особенности. В связи с этим и возникла идея реализовать на стане ПКП процесс прокатки шаров в винтовых калибрах, установив на станах соответствующий инструмент и проведя их необходимую модернизацию.

Модернизация валкового стана ПКП для производства шаров диаметром 40...80 мм на примере стана ПКП 36-360, конструкция которого позволяет провести ее с минимальными затратами, заключается в следующем:

- узел рабочих валков в рабочей клетки разворачивают на постоянный угол подачи за счет переделки валковых суппортов;
- заменяют зубчатые шпиндели на карданные валы, обеспечивающие передачу рабочего момента при наличии перекоса валков;
- устанавливают специальную вводную трубу для удержания длиной до 6 м заготовки на оси прокатки;

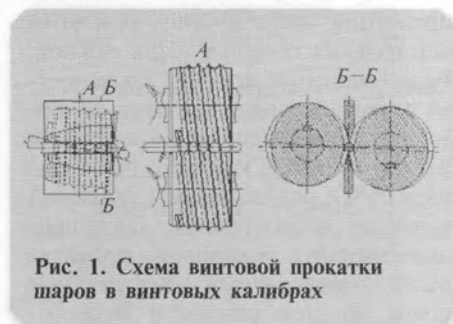


Рис. 1. Схема винтовой прокатки шаров в винтовых калибрах

Таблица 4

Часовая производительность модернизированного стана ПКП

Условный диаметр шара, мм	Число захо-дов валков	Частота вращения валков, об/мин	Техническая производи-тельность в горячий час, шт./мин (т/ч)
40	4	35	140 (2,45)
50	3	25	75 (2,57)
60	2	22	44 (2,61)
70	1	27	27 (2,54)
80	1	18	18 (2,53)

• устанавливают в рабочую клеть рабочие линейки (верхнюю и нижнюю) новой конструкции для прокатки шаров.

Модернизация главного редуктора и замена главного двигателя стана определяются необходимой производительностью прокатки шаров. Для диапазона вращения валков 18...36 об/мин возможно применение двух электродвигателей мощностью 55 кВт и частотой вращения 750 об/мин с частотным регулированием. Производительность стана при этом составит от 18 до 140 шаров в минуту (табл. 4) и будет ограничена мощностью индукционного нагревателя, составляющей 1000 кВт. Расходный коэффициент металла при прокатке шаров из прутков длиной 6 м составляет 1,02...1,03, то есть отход металла в концевые отходы снизится в сравнении со станами ПКП с плоским инструментом в 4...6 раз. При этом производительность модернизированного стана составит 2,5 т/ч, что в 1,6 раза выше, чем у станом ПКП с плоским инструментом.

Конструкция редуктора главного привода позволяет установить два двигателя в одной плоскости, используя все существующие шестерни без изменения модуля.

При необходимости увеличить производительность стана вдвое, до

5 т/ч, за счет увеличения частоты вращения валков до 40...80 об/мин можно установить два электродвигателя мощностью по 120 кВт (750 об/мин) с частотным регулированием и уменьшить в два раза передаточное отношение первой ступени редуктора. При этом индукционный нагреватель стана должен иметь мощность 2000 кВт.

Для сохранения долговечности шестерен редуктора целесообразно оснастить редуктор системой централизованной смазки зубчатых зацеплений.

На рис. 2 представлен состав и планировка модернизированного клинового стана для производства мелющих шаров диаметром 40...80 мм из шести метровых заготовок. Заготовки под прокатку нагревают в индукционной установке, установленной соосно оси прокатки стана. При увеличении производительности стана до 5 т/ч целесообразно ось индукционной установки сместить в сторону прокатки или отодвинуть индукционную установку от рабочей клетки, чтобы заготовка не вращалась в индукторах.

Производство шаров на модернизированном клиновом стане ПКП осуществляется по следующей технологической схеме. Пакет заготовок укладывается на загрузочное

устройство, откуда они поштучно передаются дозатором на линию индукционной нагревательной установки, проходя через которую заготовки нагреваются до температуры прокатки. После выхода переднего конца заготовки из последнего индуктора она попадает во вводную трубу шаропрокатного стана и задается в валки следующей заготовкой, подающейся с загрузочной решетки с помощью заталкивающих роликов. Выходящие из рабочей клетки шары поступают на отводящий желоб для передачи их на участок термообработки шаров.

Модернизация существующих валковых станом ПКП для прокатки мелющих шаров позволит с минимальными капитальными затратами организовать на них производство мелющих шаров диаметром от 20 до 100 мм в зависимости от типоразмера стана и потребностей рынка.

Выводы. Применение станом ПКП с плоским и валковым инструментом из-за низкой производительности и высокого расходного коэффициента, составляющего 1,08...1,16, оправдано только при переработке коротких технологических отходов.

Для повышения производительности в 5...10 раз и снижения технологических отходов в 4...6 раз необходимо осуществлять модернизацию валковых станом ПКП с целью освоения на них процесса прокатки в винтовых калибрах длинных прутков длиной до 6 м.

Список литературы

1. Целиков А. И., Казанская И. И., Сафонов А. С. и др. «Поперечно-клиноватая прокатка в машиностроении». — М., «Машиностроение», 1982. — 192 с.
2. Сайт ЗАО «Белтехнология и М» (www.beltechnologiya.com/product/mills/sp3400-2IH). Раздел: Шаропрокатный стан SP 3400-2-ИН.
3. Рудович З. А., Клушин В. А. Технология и оборудование поперечно-клиновой прокатки компании «АМТ Инжиниринг» // НМ-Оборудование. — 2005. — № 1. — С. 24—27.
4. Целиков А. И., Барбарич М. В., Васильчиков М. В. и др. Специальные прокатные станы. — М.: Металлургия, 1971. — 336 с.
5. Ширин-Эйнгори В. Н. Производство специальных профилей проката черных металлов // ВИНТИ. Итоги науки и техники, Серия «Прокатное и волоочильное производство». — 1985. — Т. 13. — С. 3—68.

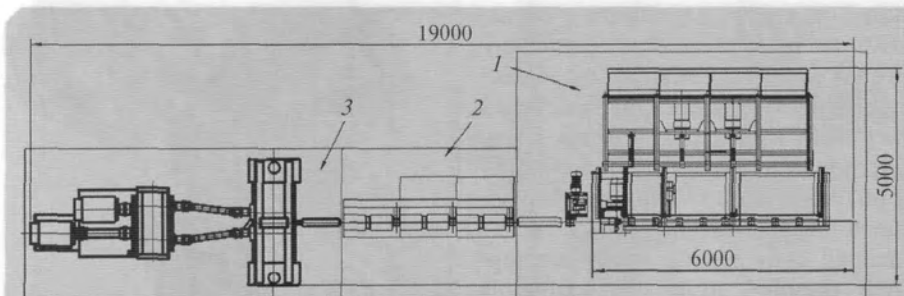


Рис. 2. Принципиальная планировка валкового стана для прокатки шаров Ø40...80 мм:
1 — участок загрузки заготовок; 2 — участок нагрева заготовок; 3 — прокатный участок