

# **Полугорячая поперечно-клиновая прокатка на линиях «АМТ ИНЖИНИРИНГ» серии WRL TS**

## **Часть 1. Автоматические линии ПКП**

*В СП «АМТ ИНЖИНИРИНГ» проведены исследования оптимальных режимов полугорячей поперечно-клиновой прокатки ступенчатых деталей типа тел вращения. Разработаны, изготовлены и внедрены в производство на ОАО «Завод Автосвет» три автоматические линии прокатки. В линиях использованы плоскоклиновые конструкции станков с двумя подвижными ползунами и электрические печи сопротивления. Приведенный материал полезен предприятиям и организациям, занимающимся внедрением энергосберегающих технологий.*

Полугорячая поперечно-клиновая прокатка относится к прогрессивным малоотходным технологиям, используемым для изготовления ступенчатых деталей типа тел вращения с точностью размеров до 8-9 квалитетов и шероховатостью поверхностей в пределах  $R_a = (0,25 - 0,63)$  мкм, взамен обработки резанием, горячей или холодной прокатки.

Полугорячая прокатка в сравнении с обработкой резанием обеспечивает повышение производительности в 6 – 10 раз, коэффициента использования металла на 30 – 60 %, а также улучшение прочностных свойств получаемых деталей. В сравнении с горячей прокаткой полугорячая поперечно-клиновая прокатка обеспечивает повышение производительности, точности исполнительных размеров и чистоты поверхности прокатываемых деталей, что в большинстве случаев исключает необходимость дальнейшей механической обработки, снижение материальных, трудовых и энергетических затрат. По сравнению с холодной прокаткой - расширяет технологические возможности за счет повышения пластических свойств деформируемого материала (прокатка высоколегированных марок сталей, увеличение допустимых степеней деформации за проход и др.).

При всей очевидности преимуществ полугорячей поперечно-клиновой прокатки внедрение его в производство сдерживается, по меньшей мере, двумя основополагающими

этапами развития: приобретение фундаментальных технологических знаний и совершенствование оборудования для реализации технологии.

В СП «АМТ ИНЖИНИРИНГ» накоплен определенный объем знаний, касающийся технологии полугорячей поперечно-клиновой прокатки. Изучены условия устойчивого протекания процесса, силовые, точностные и кинематические параметры процесса, разработаны технические требования для совершенствования прокатного оборудования.

Исходя из условий оптимальных давлений на инструмент, минимизации образования окалины, высокой точности прокатки при ее минимальной себестоимости установлены следующие температурные режимы полугорячей поперечно-клиновой прокатки: для углеродистых сталей 620 – 680 °С, для легированных 650 – 700 °С и для высоколегированных 700 – 800 °С.

Освоение полугорячей поперечно-клиновой прокатки потребовало принципиально иного подхода в конструировании прокатного оборудования. Так как формообразование деталей осуществляется в условиях неполной горячей деформации, в узком интервале температур нагрева заготовок и малой пластичности материала, то для получения деталей высокой точности, в первую очередь, требуется очень точный нагрев, высокая скорость деформации и исключительно жесткая конструкция прокатной клетки [1].

Указанные требования реализованы в автоматических линиях серии WRL TS. Основные технические характеристики моделей автоматических линий этой серии с машинами WRM TS и индукционными нагревательными устройствами для горячей прокатки приведены в таблице. Отличительной особенностью прокатных станов этой серии является наличие двух подвижных ползунов, что обеспечивает возможность работы от пруткового материала, более высокую скорость деформации и производительность.

Серия	WRL TS					
Модели	WRL 10 TS HS*	WRL 25 TS	WRL 40 TS HS	WRL 63 TS HS	WRL 100 TS*	WRL 160
Диаметр, мм	6 - 12	12 – 40	25 - 63	32 - 80	50 - 100	80 – 160
Длина, мм	160	250	500	630	800	1000
Производительность, шт./час	2000	630	1500	1000	320	300
Установленная мощность, кВт	75	120	300	400	720	1400
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	10	16	32	60	80	100
Расход воды, м <sup>3</sup>	20	20	30	40	50	60
Вес, т	3,2	4,6	11	20	32	47

В связи с тем, что при скоростных режимах индукционного нагрева характерно применение значительных удельных мощностей и, следовательно, высоких температурных градиентов между поверхностью и центром заготовки, автоматические линии для полугорячей прокатки АМТ ИНЖИНИРИНГ могут комплектоваться электрическими печами сопротивления собственной конструкции [2].

Электрические печи сопротивления целесообразно применять для нагрева заготовок небольшого сечения, когда требуется гарантировать высокую точность и равномерность температуры их нагрева.

Линия полугорячей поперечно-клиновой прокатки **WRL25 - 10TS**, укомплектованная новой конструкцией стана и электропечью сопротивления впервые в 1999г. была внедрена на ОАО «Завод Автосвет» (г. Киржач, Владимирской обл., РФ) для производства двух наименований деталей автомобильных фар: винт регулировочный и шарнир шаровой (рис.1).

Линия прокатки (рис.2) включает стан прокатный 1 с приемным и разгрузочным лотками, электрическую печь сопротивления 2 с механизмом 3 пошагового поворота барабана роторного типа, вибробункер 4 с горизонтальным лотком 5, выполняющим роль накопителя заготовок, механизм 6 подачи и механизм 7 загрузки в печь холодной заготовки и одновременной выгрузки из печи нагретой заготовки, станцию гидропривода 8, шкаф управления 9, силовой трансформатор 10, электрокоммуникации 11 и гидрокоммуникации 12.

Работа на линии осуществляется в следующей последовательности. Штучные мерные заготовки, нарубленные из калиброванного прутка  $\varnothing 7,15 \times 10$  ГОСТ7417-75 длиной 30 мм для прокатки спаренных поковок детали шарнир шаровой или длиной 134 мм для прокатки двух поковок детали винт регулировочный, общей массой до 25 кг загружаются в чашу вибробункера 4. При включении автоматического режима работы линии с центрального пульта управления 13 заготовки, за счет направленных колебательных движений чаши вибробункера, перемещаются со дна бункера вверх по винтовым полкам, заполняя горизонтальный лоток 5. Первая заготовка, сформированного столба из заготовок, подается на призму механизма 6 подачи. Механизм подачи переводит призму с заготовкой на позицию загрузки в барабан электропечи. Далее заготовка с призмы механизма подачи нижним толкателем механизма загрузки 7 загружается в свободное гнездо барабана печи, и одновременно верхним толкателем нагретая заготовка доставляется на приемный лоток стана прокатного.

После возвращения толкателей механизма загрузки 7 и призмы механизма подачи 6 в исходное положение верхний и нижний ползуны стана 1, с закрепленными на них клиновыми инструментами, начинают движение навстречу друг другу. Нагретая заготовка, находящаяся на поворотной призме приемного лотка, поднимается на ось прокатки, благодаря повороту призмы от воздействия на нее копира, закрепленного на верхнем ползуне. При дальнейшем встречном движении ползун заготовка захватывается и приводится во вращательное движение технологическими дорожками инструментов и прокатывается их клиновыми ребрами, обеспечивая при этом профилирование заготовки с одновременным калиброванием и деформационным упрочнением прокатываемых цилиндрических поверхностей.

## Часть 2. Технологическое оборудование

Отметим некоторые конструктивные особенности технологического оборудования, используемого в линии WRL25 - 10TN, обеспечивающие высокоточную прокатку диаметральных размеров изделий в пределах  $\pm 0,05$  мм (0,03 мм отдельных размеров) и линейных размеров в пределах  $\pm 0,5$  мм (0,15 мм - отдельных размеров).

Стан прокатный (рис.3) состоит из рамы 1, прокатной клетки 2, приемного лотка 3, механизма 4 синхронизации встречного движения ползунов 5 и 6, кабельных цепей 7, 8 с коммуникациями для охлаждения ползунов, ограждения 9. На стане установлены наладочный пульт управления 10, сигнальный фонарь 11 и защитные кожуха.

Прокатная клетка 2 выполнена в виде замкнутого прямоугольного контура и включает верхнюю 12 и нижнюю 13 траверсы, собранные из пакета стальных плит стянутых предварительно нагретыми до 600 °С шпильками и четыре боковые щеки 14. Щеки выполнены в виде плоских силовых элементов, сопряженных с траверсами призматическими шпонками 15, по без зазорной посадке, обеспечиваемой клиньями 16 [3]. Такая сборка прокатной клетки обеспечивает высокую жесткость конструкции.

На обоих траверсах 12 и 13 установлены по две линейные направляющие качения и соответственно на ползунах 5 и 6 закреплены по три линейные опоры качения. Использование в прокатной клетке в качестве направляющих высокоточных предварительно нагруженных тел качения и ползунов с большой длиной направляющей базы обеспечивает точное, беззазорное перемещение ползунов по направляющим при минимальном усилии и незначительном износе в течение продолжительного времени эксплуатации.

На нижнем ползуне 5 установлен клиновой механизм 17 для регулирования закрытой высоты инструментов прокатки и, при необходимости, для вывода прокатной клетки из состояния распора. Механизм 17 представляет собой клиновую пару, состоящую из нижнего клина 18 и верхней клиновой плиты 19 со стыковой плоскостью для установки нижнего инструмента и винтового механизма для перемещения нижнего клина 18.

Верхний инструмент устанавливается на стыковую плоскость верхнего ползуна 6.

Ползуны перемещаются по направляющим силовыми гидроцилиндрами. Движение ползуну синхронизировано наладкой гидропривода и механически с помощью механизма 4 синхронизации, путем их соединения пластинчатой двухрядной цепью через неподвижно установленную звездочку. Синхронизация движения ползуну способствует повышению точности прокатки, особенно это, важно в процессе накатки резьбы и других профилей на прокатанных участках заготовки.

В клиновой плите 19 и верхнем ползуне 6 выполнены каналы для их водяного охлаждения и стабилизации теплового состояния инструментов, что в дополнении к высокой точности температуры нагрева заготовок  $\pm 2$  °С и полной автоматизации процессов нагрева и прокатки создает идеальные термодинамические условия деформации.

Конструкция электрической печи сопротивления [2] представляет собой камеру из теплоизоляционного материала 1, помещенную в водоохлаждаемый кожух 2 (рис.4). В пазах центральной цилиндрической вставки камеры печи размещена нихромовая спираль 3 с приваренными на концах выводами 4 и клеммными соединениями 5 для подключения к источнику питания через специальный понижающий напряжение до 100...170В силовой трансформатор. Внутри печи встроен барабан накопитель 6 заготовок револьверного типа, который позволяет оптимизировать время нахождения заготовок в печи, и обеспечивает точное позиционирование их перед выдачей на приемный лоток стана прокатного. Барабан имеет 24 гнезда, расположенных через 15°, для размещения нагреваемых заготовок.

Контроль температуры рабочей камеры печи осуществляется с помощью термопары 7, подключенной специальным компенсационным проводом. Система управления печью обеспечивает ее разогрев до требуемой температуры в пределах 400...900°С по запрограммированному алгоритму, визуальный контроль за изменением текущей температуры в камере печи, индексацию заданной рабочей температуры, автоматический контроль за током и поддержание в рабочей камере печи заданного температурного интервала.

Высокая точность нагрева заготовок перед прокаткой в электрической печи сопротивления конструкции АМТ «ИНЖИНИРИНГ» обеспечивается за счет стабилизации температуры рабочей камеры печи в заданном узком интервале температур, постоянства объема нагреваемых заготовок и темпа их поштучной загрузки – выгрузки, а также малой скорости нагрева, способствующей равномерному прогреву заготовок по сечению.

В настоящее время на предприятии работают три линии WRL25 - 10TN. Объем производства – 4 млн. деталей в год. Внедрение технологии полугорячей поперечно-клиновой прокатки изготовления регулировочного винта и шарового шарнира автомобильных блок-фар, взамен токарной обработки, позволило высвободить 19 (девятнадцать) токарно-револьверных автоматов [4].