

Опыт промышленной эксплуатации линий ПКП «АМТ ИНЖИНИРИНГ» серии WRL

Часть 1. Автоматическая линия WRL 63

Приведены примеры эффективного использования поперечно-клиновой прокатки (ПКП) при производстве поковок ступенчатых валов трактора МТЗ и вал шестерен насосов НШ Винницкого завода тракторных агрегатов. Дана техническая характеристика линий ПКП WRL 63 и WRL 80, показаны преимущества прокатного оборудования СП «АМТ ИНЖИНИРИНГ».

На большинстве предприятий машиностроительного комплекса при производстве ступенчатых валов основной формообразующей операцией являются горячая штамповка на КГШП или молотах с последующей обрезкой облоя на прессах или высадка на ГКМ.

Анализ номенклатуры ступенчатых валов диаметром 32...80 мм и длиной до 500 мм на РУП «Минский тракторный завод» и Винницком агрегатном заводе показал, что КИМ при штамповке поковок составляет 0,57...0,85, а с учетом последующей механической обработки общий коэффициент использования металла не превышает 0,37...0,66.

Наиболее экономичным способом изготовления ступенчатых валов на данном этапе развития заготовительного производства является поперечно-клиновая прокатка (ПКП). Прокатка обеспечивает по сравнению со штамповкой повышение производительности в 1,5..2 раза и значительную экономию металла. На линиях ПКП «АМТ ИНЖИНИРИНГ» серии WRL можно прокатывать поковки диаметром от 8 до 100 мм и длиной от 40 до 800 мм.

Опыт промышленной эксплуатации линий ПКП серии WRL на РУП «Минский тракторный завод» с 1999 г. (WRL63) и на ОАО «Винницкий завод тракторных агрегатов» (WRL80) с 2000 г. показал правильность выбранных направлений [1] совершенствования прокатного оборудования, средств нагрева и автоматизации. Квалифицированная эксплуатация оборудования и его своевременное техническое обслуживание в соответствии с требованиями «Руководства по эксплуатации» обеспечили многолетнюю безотказную работу линий

производства 14 наименований поковок для трактора МТЗ и 6 наименований поковок вал шестерен насосов НШ.

Припуск под механическую обработку поковок ступенчатых валов массой от 0,7 до 6,4 кг, по согласованию с РУП МТЗ, составляет 1,5 – 2,0 мм, для поковок ВТЗА массой от 0,4 до 3,8 кг – 2,0 – 2,5 мм. Поля допусков на диаметральные размеры поковок до 32 мм находятся в пределах 0,7 – 0,8 мм для массы поковок до 4,4 кг, а для размеров 32 – 80 мм и массой 4,4 – 6,4 кг в пределах 1,0 – 1,6 мм. Для сравнения поля допусков при горячей штамповке поковок (повышенная точность по нормам DIN EN 10243-1) для аналогичных поковок группы стали М2 и сложности S2, соответственно, составляют 1,6 мм и 2,0 мм.

Благодаря модульному исполнению средств нагрева и автоматизации состав линий ПКП для РУП «МТЗ» и ОАО «ВЗТА» были сформированы, по согласованию с заказчиком, в зависимости от номенклатуры и программы выпуска поковок, требуемой точности и капитальных затрат.

Линия WRL63 (рис.1) включает бункер загрузочный 1, ориентатор заготовок 2, устройство 3 загрузки заготовок в индукционный нагреватель 4, пирометр 5, манипулятор 6, механизм загрузки 7 стана прокатного 8, станцию гидропривода 9, шкаф управления 10, пульт 11 управления линией, пульта 12 и 13 наладки стана и загрузки индукционного нагревателя, соответственно. Линия укомплектована также приспособлением 14 для смены инструментов, коммуникациями разводки электроснабжения, гидро- и пневмосистем, лотками, транспортерами и тарой для поковок, концевых отходов и заготовок.

Изготовление поковок на линии осуществляется в следующей последовательности.

Мерные заготовки перегружаются с грейферной тары в загрузочный бункер 1 при помощи цехового мостового крана. Бункер, выполняющий роль накопителя заготовок до 2 т, снабжен наклонным виброподдоном, по которому заготовки перемещаются и падают в ориентатор 2.

Заготовки в ориентатор 2 поступают из загрузочного бункера 1 периодически, с расчетом его одновременной загрузки не более 40 кг. Предусмотрено автономное управление

загрузочным бункером 1 и ориентатором 2 (включение, выключение, изменение производительности) с пульта 13, установленного на устройстве загрузки 3. Боковые стенки сварного корпуса, наклонное дно и вертикальная щека ориентатора образуют емкость со щелевым дном, в котором расположен нож с возможностью возвратно-поступательного перемещения в вертикальном направлении. Дно корпуса и нож выполнены наклонными для улучшения захвата заготовок ножом, их ориентации и подачи на рольганг устройства 3 загрузки в индукционный нагреватель.

Устройство загрузки 3 обеспечивает в заданном цикле накопление и поддержание на наклонном рольганге устройства столба заготовок из 4 – 8 заготовок, в зависимости от их длины. Устройство обеспечивает также, отделение от столба нижней заготовки при помощи гидравлического анкерного отсекателя, передачу заготовки в клетку подъемника, подъем заготовки до оси индуктора и подачу (заталкивание) заготовки в индуктор нагревателя 4 толкателем гидроцилиндра механизма подачи. Наличие заготовки в клетке подъемника и поддержание заданной длины столба заготовок на наклонном рольганге устройства загрузки контролируется конечными выключателями. При переполнении наклонного рольганга устройства загрузки заготовками дается команда на выключение загрузочного бункера и ориентатора и их включение, если длина столба заготовок становится меньше заданной величины.

В индукторе индукционного нагревателя 4 столб заготовок по мере его проталкивания последующей заготовкой постепенно нагревается до заданного значения температуры нагрева, а заготовка, находящаяся у выходной секции индуктора выталкивается на приводной рольганг и транспортируется им до упора, где пирометром 5, адаптированным к условиям наличия окалины на заготовке, осуществляется контроль ее температуры. В случае нарушения температурного режима нагрева заготовки манипулятор удаляет заготовку в специально установленную тару для повторного использования.

Если температура заготовки находится в заданном технологическом процессе интервале температур, то пневматический манипулятор 6 захватывает заготовку схватом,

поднимает и переносит ее стрелой, с поворотом на 90° , и осуществляет выгрузку заготовки на призму механизма 7 загрузки стана 8. После чего стрела манипулятора возвращается в исходное положение, а призма с нагретой заготовкой опускается и перегружает заготовку на приемный лоток механизма загрузки стана путем опрокидывания. Далее подпружиненным толкателем пневмоцилиндра заготовка подается в рабочую зону стана на подъемный лоток механизма подачи.

Подъем заготовки на ось прокатки осуществляется механизмом подачи в момент совершения станом рабочего хода прокатки заготовки клиновыми инструментами. В конце рабочего хода от прокатанной поковки отрезными ножами отделяются концевые отходы и удаляются через боковые лотки в тару для отходов. Поковка выкатывается с нижнего инструмента на наклонный лоток и транспортером выгружается в тару.

Внедрение линии WRL63 на РУП «МТЗ» позволило увеличить КИМ при производстве поковок до 70...90%. Наибольшая экономия металла получена при прокатке поковок, ранее изготавливаемых на КГШП и в меньшей степени на ГКМ. По 14 поковкам с общим объемом производства 312,5 тыс. шт. в год получена экономия металла более 25 т. Увеличена производительность в 1,6...2,4 раза. По сравнению с высадкой на ГКМ увеличена стойкость инструмента в 20 раз.

Часть 2. Конструктивные и технологические особенности

Прокатные станы серии WRM (6 моделей) предназначены для получения поковок (деталей) типа тел вращения из различных марок сталей и сплавов, в том числе труднодеформируемых, холодной, теплой или горячей прокаткой. Отметим некоторые конструктивные особенности станов этой серии.

Стан прокатный серии WRM (рис.2) состоит из рамы 1 сварной конструкции, станины 2 и траверсы 3, которые скреплены между собой боковыми стойками 4 и щеками 5 посредством пропущенных через них штифтов 6, ползуна 7, гидроцилиндра главного движения 8.

Станина и траверса стана с целью увеличения жесткости выполнены из пакета стальных пластин (рис.3), собранных в пакеты с помощью предварительно нагретых шпилек. Штифты 6, соединяющие станину и траверсу стана, нагружены в направлении действия распорных усилий прокатки винтовыми домкратами [2].

На станине 2 располагаются клиновидная инструментальная плита 9 для установки на ней нижнего клинового инструмента и клиновой механизм 10 для регулировки закрытой высоты инструментов и выведения машины из распора в аварийных ситуациях. Нижний клин клинового механизма может перемещаться в продольном направлении от гидромотора или винтом редуктора при помощи рукоятки. При этом инструментальная плита перемещается только в вертикальном направлении по направляющим колонкам. Инструментальная плита поджата к клиновому механизму и опорной плоскости станины пластинчатыми пружинами. Точность регулирования закрытой высоты достигается за счет использования электронного датчика, соединенного через муфту с валом редуктора.

У передней части инструментальной плиты 9 закреплен механизм 11 подачи нагретой заготовки на ось прокатки.

На траверсе 3 смонтированы стальные закаленные направляющие 12, по которым перемещается ползун 7.

На корпусе ползуна жестко закреплены шесть силовых опор качения воспринимающих распорное усилие прокатки и вертикальные базовые опоры качения, которыми поджимается ползун 7 к направляющим 12 траверсы с помощью подпружиненных вертикальных опор качения, смонтированных на боковых планках, закрепленных на ползуне. С целью устранения зазоров в направляющих подвеска ползуна выполнена также с использованием подпружиненных роликовых опор. Смазка опор качения жидкостная автоматическая. В корпусе ползуна выполнены каналы для водяного охлаждения. На нижней плоскости ползуна выполнены направляющие с пазами для облегчения монтажа верхнего клинового инструмента.

В линии ПКП WRL 80, используемой для прокатки поковок шестерен ВЗТА, применен стан аналогичной конструкции, обеспечивающий прокатку поковок диаметром 40 – 90 мм,

длиной до 500 мм. Производственный участок линии WRL 80 (рис.4) имеет следующий состав оборудования: механизм питания 1, выполненный в виде наклонного лотка – накопителя заготовок и устройства поштучной подачи заготовок в индукционный нагреватель 2, механизм загрузки 3 нагретых заготовок в стан прокатный 4, гидростанция 5, шкаф 6 и пульт 7 управления линией, электрокоммуникации и коммуникации гидро- и пневморазводки, технологическая тара 8.

Технология прокатки поковок вал шестерен осуществляется из горячекатаных заготовок диаметром равным максимальному диаметру поковки или ближайшему большему в соответствии с сортаментом проката. Перепады диаметров ступеней поковок, характеризующих степень деформации при однопереходной прокатке, составляют 1,9 – 2,3. КИМ производства номенклатуры поковок ВЗТА прокаткой колеблется в пределах 0,64...0,74. Основные потери металла вызваны напусками и припусками на последующую механическую обработку зубчатого венца шестерен и значительными концевыми отходами до 40 % из-за относительно небольшой длины поковок и больших перепадов диаметров ступеней.

Проведенный анализ возможных путей экономии металла при поперечной прокатке, на примере поковки шестерни ведущей НШ 32В-3-04 (рис.5), показал целесообразность одновременной прокатки нескольких поковок под последующую накатку зубьев из одной заготовки с предварительным формообразованием ее концевых участков.

При прокатке одной поковки НШ 32В-3-04 массой 1,4 кг из штучной заготовки $\varnothing 60 \times 104$ мм (рис.5,а) концевые отходы составляют 0,9 кг, коэффициент использования металла (КИМ) заготовки – 0,61. Прокатка одновременно двух спаренных поковок из заготовки $\varnothing 60 \times 168,5$ мм с последующим их разделением позволяет увеличить КИМ до 0,76 за счет уменьшения массы концевых отходов, приходящихся на одну поковку в два раза, при незначительном увеличении массы поковки (0,02 кг).

Снизить массу концевых отходов можно также путем уменьшения внеконтактной деформации торцовых поверхностей заготовки [3], для чего следует осуществить, при отрезке заготовки от прутка и (или) на первом этапе прокатки, профилирование концевых участков

заготовки, обеспечивающее максимальную компенсацию потери металла от утяжины (рис. 5,г). При производстве поковок шестерен возможно уменьшение концевых отходов до 30 % за счет предварительного профилирования концевых участков заготовки, при этом КИМ возрастет до 0,82 и для прокатки двух спаренных поковок потребуется заготовка $\varnothing 60 \times 156$ мм (рис. 5,б).

Дальнейшее увеличение экономии металла при производстве поковок шестерен следует связывать с уменьшением припусков на механическую обработку, замены операции фрезерования (нарезания) зубчатых колес накатыванием. Проведенные экспериментальные работы по накатыванию зубьев шестерен на поковках, полученных поперечно клиновой прокаткой (рис. 5,в) на станах серии WRL, показали экономическую целесообразность данного направления по следующим соображениям. Поперечной прокаткой обеспечивается необходимая точность диаметрального размера ступени вала под накатку в пределах 0,1-0,15 мм при использовании для пластического формообразования зубьев остаточного, после горячей прокатки поковки, тепла (температура поковки в момент накатки зубьев колебалась в пределах 900 - 850°C).

Прокатка поковок под последующее накатывание зубьев шестерен на примере детали НШ 32В-3-04 позволяет снизить массу поковки на 0,2 кг (14%) и повысить общий коэффициент использования металла при производстве изделия в два раза. Для прокатки двух спаренных поковок потребуется штучная заготовка $\varnothing 60 \times 140$ мм.

Для реализации технологии прокатки поковок вал шестерен с последующим накатыванием зубьев необходима модернизация станов серии WRL для обеспечения последовательного формообразования заготовки, устанавливаемой в центрах или закрепляемой другим способом с возможностью ее вращения вокруг оси, поперечно-клиновой прокаткой и накаткой по способу "Roto-Flo" или комплектование линии ПКП накатным станком.