

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ КОМПАНИИ «АМТ инжиниринг»

«АМТ инжиниринг», БНТУ
Минск, Республика Беларусь

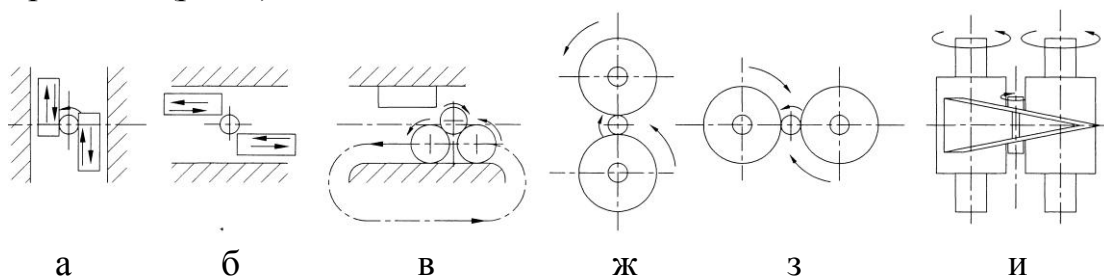
The article provides analysis of the patents for technologies and CWR equipment of the last 10 years; review of design philosophy and progress trends for AMT engineering equipment.

Широкое промышленное использование технологии поперечно-клиновой прокатки (ПКП) относится к 70-м годам прошлого столетия. К этому времени Российской Федерацией, Германией, Чехией, Республикой Беларусь и Японией были разработаны станы ПКП, использующие различные схемы прокатки: двух и трех валковые, валково-сегментные и плоско-клиновые. За счет импорта прокатного оборудования технология ПКП внедрена в Болгарии, Венгрии, Польше, Великобритании, Франции, Италии, Турции, США и др. странах мира.

Анализ патентов по ПКП за последние 10 лет подтверждает ведущую роль этой области Республики Беларусь (РБ), Российской Федерации (РФ) и Германии. Из 59 патентов и заявок на изобретения, опубликованных в 1993 – 2003 гг., в РБ зарегистрировано 19 патентов на изобретения и полезные модели, опубликовано 7 заявок, в РФ - 18 патентов на изобретения, при этом страной-заявителем 4-х изобретений является РБ и 1-го изобретения РБ и РФ, в Германии – 4 национальные патента. За указанный период времени опубликованы: 3 Международные заявки (страны заявители двух заявок – Германия, одной - Республика Беларусь), 6 Европейских патентов (страны заявители четырех патентов - Германия, двух - Швейцария).

Авторами 32 изобретений (более половины) являются граждане РБ, при этом наибольшее количество изобретений принадлежит сотрудникам «АМТ инжиниринг» – 22 изобретения.

Патентный поиск показал также, что наибольшее развитие в последние годы получили плоско-клиновая и двухвалковая схемы прокатки (рис.1).



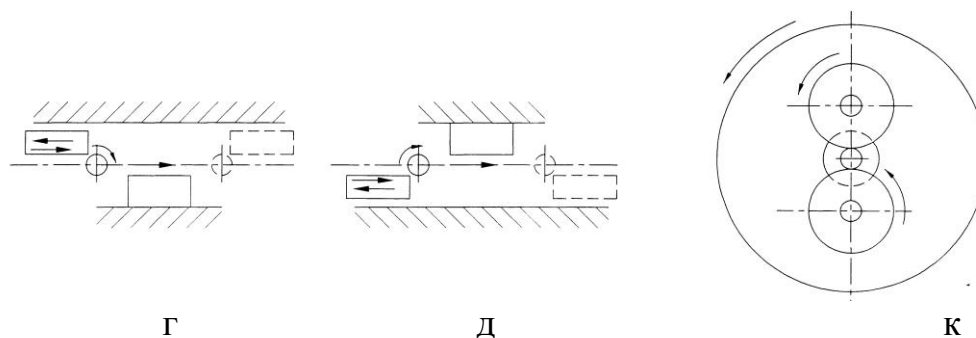


Рис.1. Плоско-клиновые (а-д) и двухвалковые (ж-к) схемы поперечной прокатки.

В Беларуси наибольшее развитие получила плоско-клиновая схема станом ПКП с горизонтальным, одна над другой, расположением инструментальных плит. Чаще используются конструкции станом с верхним подвижным и нижним неподвижным инструментами (рис.1, г) и станы с двумя подвижными плитами (рис.1, б).

Известны также стан Рудовича (рис.1, д) с подвижной нижней плитой, стан (рис.1, в), реализующий клин-роликовую схему прокатки, и стан для прокатки (рис.1, к) изделий из прутка валковыми клиновыми инструментами, совершающими планетарное движение вокруг неподвижной заготовки.

В России наибольшее развитие получила двухвалковая схема прокатки с вертикальным (рис.1, ж) и горизонтальным расположением валков (рис.1, з), а также с вертикальным расположением осей валков (рис.1, и).

В Германии получила дальнейшее развитие плоско-клиновая схема с двумя подвижными, вертикально расположенными инструментальными плитами (рис.1, а) и двухвалковые станы с горизонтальным расположением валков (рис.1, з).

Анализ патентных материалов, конструктивных особенностей машин для ПКП единичного и мелкосерийного производства, а также требований стандарта ISO 101N 9000, позволил компании «АМТ инжиниринг» наметить направления дальнейшего совершенствования оборудования ПКП. Основные из них повышение размерной точности прокатки, производительности и надежности работы оборудования, автоматизация наладки, управления, контроля и диагностики.

«АМТ инжиниринг» разработала на основе модульного исполнения 3 модификации (серии) и 14 типоразмеров машин для поперечно-клиновой прокатки и линий на их базе для изготовления прецизионных поковок ступенчатых валов и осей диаметром от 2 до 160 мм, длиной от 8 до 1000 мм (рис.2). Основные технические решения защищены 16 патентами.

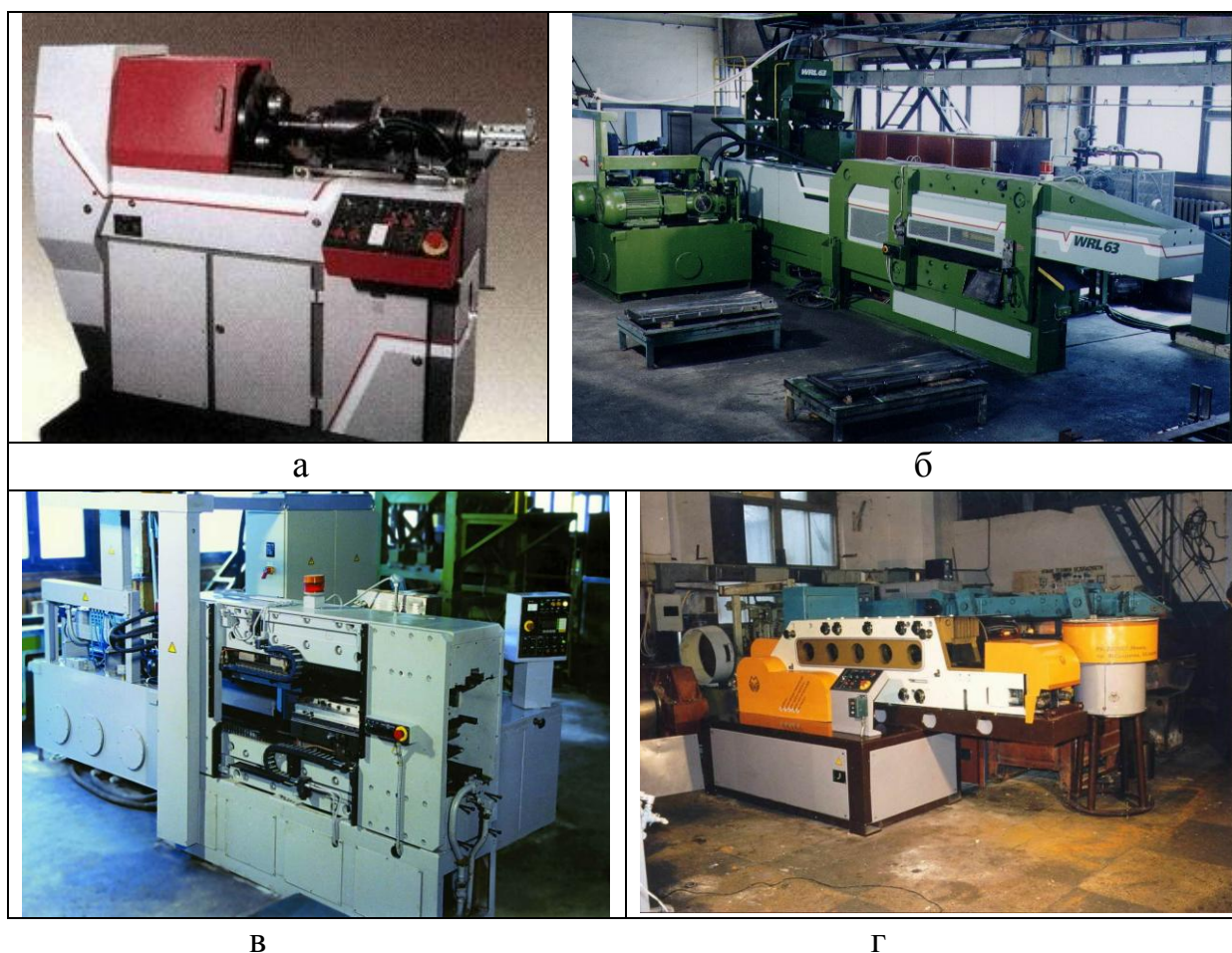


Рис.2. Конструкции станов ПКП: а, б, в – «АМТ инжиниринг»; г – БНТУ.

Станы серии QRM. Станы этой серии (рис.2, а) предназначены для получения ступенчатых изделий холодной или полугорячей прокаткой. В качестве исходного материала используется круглый прокат из стальных или цветных сплавов в бунтах или прутках.

Работа прокатного стана [1] осуществляется по планетарному принципу воздействия неприводных инструментов, расположенных на вращающейся планшайбе, на заготовку (рис.1, к), что позволяет изготавливать детали повышенной точности и детали, длина которых меньше их диаметра.

На станах QRM возможно одновременно с пластическим формообразованием деталей осуществлять их механическую обработку (например, сверление) благодаря тому, что исходный материал в процессе его деформации неподвижен. При дополнительном комплектовании станом этой серии специальными инструментами для накатки возможно получение на деталях резьбы, шлицев, зубьев, червяков и т.д.

Станы серии WRM. Прокатные станы серии WRM (рис.2, б) предназначены для получения крупных поковок, типа тел вращения, из различных марок сталей и сплавов, в том числе труднодеформируемых, холодной, теплой или горячей прокаткой из штучных заготовок. Станы [2, 3] работают по схеме с одним подвижным и вторым неподвижным инструментами (рис.1, г).

Производство высокоточных поковок достигается путем исполнения прокатной клетки в виде исключительно жесткой, предварительно-напряженной замкнутой рамы, усиленной в месте крепления инструмента закаленной кованой плитой. Прокатная клетка образована верхней и нижней траверсами и боковыми стойками, которые скреплены между собой предварительно-напряженными штифтами. Штифты нагружены в направлении действия распорных усилий прокатки винтовыми домкратами.

Высокое качество прокатываемых поковок достигается также за счет использования в качестве направляющих тел качения, обеспечивающих незначительный износ направляющих в течение продолжительного времени, минимальное усилие перемещения ползуна и отсутствие зазора в направляющих.

Термодинамическая стабилизация процесса прокатки обеспечивается оптимизацией режимов деформации, интенсивным, контролируемым охлаждением движущихся и контактирующих с нагретой заготовкой узлов и деталей стана, а также активным контролем температуры нагрева заготовок.

В этих моделях станов оригинально выполнен механизм вертикальной регулировки положения нижней опорной плиты, обеспечивающий тонкую регулировку закрытой высоты прокатной клетки за счет клинового сопряжения с углом трения меньшим угла самоторможения и экстренного расклинивания клетки, за счет клинового сопряжения с углом трения большим угла самоторможения.

Станы серии WRM TN. Станы серии WRM TN (рис.2, в) с двумя подвижными ползунами, что обеспечивает возможность прокатки ступенчатых поковок от прутка, более высокую скорость прокатки и производительность (рис.1, б).

В станах ПКП [4] прокатная клетка, также как и в предыдущих моделях, включает траверсы, которые скреплены между собой боковыми стойками. В прокатной клетке в направляющих размещены инструментальные плиты, привод их перемещения, механизм регулировки рабочего зазора между ними и механизм расклинивания. Боковые стойки прокатной клетки выполнены в виде плоских силовых элементов, сопряженных с траверсами по беззазорной посадке посредством

высокоточных призм. На сопряженных боковых поверхностях траверс и стоек выполнены продольные шпоночные пазы, в которых размещены шпонки, контактирующие между собой по клиновым поверхностям. В стане предусмотрено, что одна из пар боковых стоек клетки размещена с возможностью продольного перемещения относительно траверс и одна из шпонок каждой стойки снабжена приводом перемещения. В стане, изменяя расстояние между плоскими силовыми элементами и используя шпонки с клиновыми поверхностями, можно устанавливать оптимальное для данной номенклатуры прокатываемых изделий предварительно-напряженное состояние клетки, компенсирующее возможные колебания размеров изделий из-за ее упругой деформации. Кроме того, использование в сопряжении боковых стоек и траверс шпонок с клиновыми поверхностями позволяет легко вывести прокатную клетку из состояния распора во внештатной ситуации.

С целью обеспечения беззазорной ходовой посадки при перемещении инструментальных плит в сопрягаемых деталях прокатной клетки использованы направляющие в виде тел качения, в которых при сборке создают напряжения сжатия.

Повышение производительности процесса поперечно-клиновой прокатки с одновременным повышением точности и чистоты поверхности прокатываемых деталей «АМТ инжиниринг» связывает с совершенствованием конструкции стана ПКП [5], разработанного в БНТУ (г. Минск) для холодной прокатки (рис.2, г).

Конструктивная особенность стана заключается в том, что формообразование ступенчатого изделия осуществляется в процессе упругопластического качения заготовки между плоским клиновым инструментом и двумя роликами (рис.1, в). Плоский клиновой инструмент неподвижно смонтирован на верхней инструментальной плите прокатной клетки. Ролики смонтированы попарно в каретках на бесконечной цепи и контактируют с опорным элементом, установленным на нижней плите прокатной клетки.

При работе заготовка, уложенная между двумя роликами, подается в зону обработки, захватывается деформирующими ребрами клинового инструмента и приводится во вращательное движение. По мере поступательного перемещения вдоль клинового инструмента происходит ее поверхностное профилирование. Производительность процесса может быть очень высокой, в 2...10 раз выше, чем на известных станах ПКП, т.к. темп прокатки определяется расстоянием между двумя соседними каретками и скоростью движения цепи.

Повышение эксплуатационных характеристик прокатываемых деталей (точность, шероховатость, прочность) достигаются благодаря устойчивому положению заготовки в процессе ее деформирования и совмещению

операций формообразования их отдельных элементов поперечно-клиновой прокаткой с калиброванием исходных цилиндрических поверхностей заготовки поверхностным пластическим деформированием.

Холодной и полугорячей прокаткой можно получать готовые изделия, например детали автомобильных фар или, с минимальной доработкой формы чистовым шлифованием, шаровые пальцы (ОАО «Завод Автосвет», г. Киржач, Владимирской обл., Россия; ОАО «Автодеталь», г. Чернигов, Украина). Точность диаметральных размеров прокатываемых изделий соответствует 8 – 9 квалитетам, шероховатость поверхности в пределах $R_a = (0,25 - 0,63)$ мкм.

Горячая прокатка крупных поковок на РУП «Минский тракторный завод», ОАО «Винницкий завод тракторных агрегатов», ЗАО «Кедр» (г. Миасс, Челябинской обл., Россия), «Danaher Tool Group» (США) обеспечила повышение коэффициента использования металла до 0,8...0,95, значительное повышение производительности и стойкости формообразующего инструмента.