

УДК 621.774.35

Король Р. Н.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАНЫХ ТРУБ НА СТАНАХ ХПТ ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ПОДАЮЩЕ - ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА

Одним из основных способов получения холоднодеформированных труб является процесс холодной периодической прокатки на станах ХПТ. На территории бывшего СССР эксплуатируется более 230 таких станов [1]. Производительность и качество проката на станах ХПТ в значительной степени определяется работой распределительного подающе-поворотного механизма (ППМ).

Рациональной конструкцией ППМ является та, которая обеспечивает требуемую точность геометрических размеров и качество поверхности готовых труб, стабильность ведения технологического процесса прокатки, а также высокую производительность стана.

М. И. Гриншпуном была предложена конструкция ППМ, содержащая приводной вал с кулачком, параллельно расположенные ему два вала с обгонными муфтами и вал, несущий на конце рычаг, присоединенную к нему через тягу кулису, связанную с одним из валов с обгонной муфтой, два взаимодействующих с кулачком роликовых рычага, один из которых установлен на втором валу с обгонной муфтой, а другой жестко закреплен на несущем рычаге вала. Этот механизм позволяет осуществлять схему прокатки: подача заготовки в крайнем заднем положении клетки и ее поворот в крайнем переднем положении клетки (одинарная подача и поворот заготовки).

В работе Ю. Ф. Шевакина предложена конструкция ППМ, содержащая приводной вал с кулачком, параллельно расположенные ему два вала с обгонными муфтами и вал, несущий на конце рычаг, присоединенную к нему через тягу кулису, связанную с одним из валов с обгонной муфтой, два взаимодействующих с кулачком роликовых рычага, один из которых установлен на втором валу с обгонной муфтой, а другой жестко закреплен на несущем рычаге вала, причем вал кулисы снабжен дополнительной кулисой, соединенной через тягу и рычаг с обгонной муфтой, установленной на верхнем валу поворота. Такая конструкция позволяет осуществлять схему прокатки: подача и поворот заготовки в крайнем заднем положении клетки и ее поворот в крайнем переднем положении клетки (одинарная подача и двойной поворот заготовки).

Распределительный подающе-поворотный механизм конструкции Ю. М. Беликова и Н. Н. Короля содержит приводной вал с кулачком, параллельно расположенные ему два вала с обгонными муфтами и вал, несущий на конце рычаг, присоединенную к нему через тягу кулису, связанную с одним из валов с обгонной муфтой, два взаимодействующих с кулачком роликовых рычага, один из которых установлен на втором валу с обгонной муфтой, а другой жестко закреплен на несущем рычаге вала, причем последний снабжен регулятором величины подачи, выполненным в виде зубчатой пары (ведущая шестерня которой закреплена на приводном валу, а ведомая имеет торцевой центральный паз и свободно установлена на валу подачи), профильного кулачка с прикрепленной к его плоской поверхности гайкой, размещенной в центральном пазу ведомой шестерни и роликового толкателя профильного кулачка с кулисно – рычажным приводом, имеющим вал, на который насажена обгонная муфта. Эта конструкция позволила осуществить схему прокатки: подача и поворот заготовки в крайних заднем и переднем положениях клетки (двойная подача и поворот заготовки). При этом имеется возможность регулировки соотношения величин подачи заготовки перед прямым и обратным ходами клетки за счет изменения конфигурации кулачка.

Предложенный в работах [2, 3] универсальный механизм подачи и поворота содержит кинематически связанный с главным двигателем привода рабочей клетки ведущий вал, на котором расположены фиксатор и два кривошипа с двумя пальцами, периодически взаимодействующими с мальтийским крестом, соединенным через систему шестерен с винтом, гайкой, жестко соединенной с патроном зажима заготовки, при этом винт кинематически связан через муфту сцепления с двигателем возврата гайки и патрона зажима заготовки, а кривошипы развернуты друг относительно друга на угол 180° . Механизмы подачи и поворота выполнены в отдельных корпусах и связаны между собой общим ведущим валом, кинематически соединенным с главным двигателем привода рабочей клетки, а поворотный механизм выполнен в виде симметрично расположенных на двух отдельных валах по фиксатору и конических кривошипных шестерен с пальцами, периодически взаимодействующими с посаженными на общий вал двумя мальтийскими крестами, кинематически соединенными через систему шестерен со стержнем оправки и с валом поворота, связанным с патроном зажима заготовки. При этом обе конические кривошипные шестерни соединены между собой общей конической шестерней, кинематически соединенной через конические шестерни с общим ведущим валом, пальцы конических кривошипных шестерен развернуты в противоположные стороны и кривошипы развернуты друг относительно друга на угол 180° . Данная разработка выполнена для станов холодной прокатки труб роликового типа.

Неисследованными являются вопросы разработки универсальной конструкции ППМ, обеспечивающего требуемую точность геометрических размеров и качество поверхности готовых труб, стабильность ведения технологического процесса прокатки, а также высокую производительность стана.

Целью разработки является создание высокоэффективного оборудования для производства холоднокатаных труб из углеродистых, низколегированных, коррозионностойких, подшипниковых марок сталей, а также из цветных металлов и сплавов на основе титана на базе существующего распределительного подающее-поворотного механизма редукторного типа. При этом корпус существующего механизма, кулачок с рамкой, механизм возврата стержня оправки и узел «винт – гайка» должны остаться без изменения.

При прокатке труб любого размера величина подачи заготовки перед прямым ходом клетки сдерживается ухудшением качества поверхности прокатываемых труб (появлением на трубах закатов, закусков и других дефектов), а перед обратным ходом она ограничивается, в основном, величиной сжимающих осевых усилий, действующих на заготовку. С целью уменьшения осевых усилий целесообразно использовать разработанную новую конструкцию привода валков подвижной клетки стана ХПТ с подпружиненными рейками и возможностью их осевого перемещения [4]. В то же время выполнение поворота заготовки перед прямым и обратным ходами клетки целесообразно во всех случаях прокатки. Следует заметить, что при прокатке тонкостенных труб и труб из материалов, склонных к концевому растрескиванию, из-за больших сжимающих осевых усилий на заготовку при обратном ходе клетки происходит смятие торцов заготовок и поэтому наиболее приемлемыми схемами прокатки являются: подача и поворот заготовки в крайнем заднем положении клетки (совмещенные подача и поворот заготовки) либо подача и поворот заготовки в крайнем заднем положении клетки и ее поворот в крайнем переднем положении клетки (одинарная подача и двойной поворот заготовки). Для прокатки толстостенных и особотолстостенных труб в зависимости от технических требований, предъявляемых к прокатываемым трубам, можно использовать одну из этих схем прокатки.

Разработанный распределительный подающее-поворотный механизм стана холодной прокатки труб содержит приводной вал с кулачком, параллельно расположенные ему два вала с обгонными муфтами и вал с кулисно-рычажной системой, два взаимодействующих с кулачком роликовых рычага, один из которых установлен на валу с обгонной муфтой, а другой – на валу с кулисно-рычажной системой и регулятор величины подачи [5].

Регулятор величины подачи выполнен в виде рядом установленных на свободном конце одного из параллельно расположенных валов ленточного тормоза и дополнительной обгонной муфты, обойма которой соединена с кулисно-рычажной системой, и закрепленной на одном из концов второго параллельно расположенного вала кулисно-рычажной системы, которая связана с обоймой обгонной муфты, размещенной на другом конце вала с ленточным тормозом, причем на свободном конце вала с кулисно-рычажной системой установлена обгонная муфта [5]. Такая конструкция позволяет регулировать величину подачи заготовки перед обратным и прямым ходами клетки.

Техническим преимуществом разработанного механизма является расширение технологических возможностей стана за счет осуществления четырех схем прокатки:

- одинарная подача и поворот заготовки;
- совмещенные подача и поворот заготовки;
- одинарная подача и двойной поворот заготовки;
- двойные подача и поворот заготовки.

Таким образом, разработанный распределительный подающее-поворотный механизм стана холодной прокатки труб является универсальным.

Технические характеристики разработанного универсального распределительного механизма подачи-поворота редукторного типа стана ХПТ:

- величина подачи заготовки плавная:
 - перед прямым ходом клетки – $0 \div 30$ мм;
 - перед обратным ходом клетки – $0 \div 15$ мм;
- угол поворота заготовки перед прямым и обратным ходом клетки – $0 \div 90^\circ$;
- максимальное число двойных ходов клетки в минуту – 90;
- число подач заготовки в минуту:
 - максимальное – 180;
 - рабочее, без ограничения времени работы – $120 \div 150$;
- коэффициент технического использования, не менее – 0,85;
- среднее время восстановления до работоспособного состояния – 16 часов;
- средний срок службы до капитального ремонта, не менее – 5 лет;
- уровень звука, не более – 85 дБа.

В рамках проведенных исследований разработана конструкторско-техническая документация, в соответствии с которой предусмотрено два варианта исполнения универсального распределительного подающего-поворотного механизма редукторного типа: изготовление нового механизма и проведение реконструкции существующего, путем замены 6 валов, соединяющих их шестерен и муфт обгона, сохраняя корпус с крышкой, кулачковую группу и винтовую пару. Такую реконструкцию можно провести на трубном заводе силами механического цеха.

Внедрение разработки при осуществлении схемы прокатки с двойными подачей и поворотом заготовки позволяет либо существенно повысить точность труб без снижения производительности стана, либо существенно увеличить его производительность без снижения точности труб. Это обеспечивается за счет дополнительного поворота трубы при обратном ходе клетки и уменьшению разовой подачи с увеличением ее суммарной величины за полный ход клетки.

При холодной прокатке труб коэффициент полировки трубы на участке калибрования ручьев калибров определяется выражением [6]:

$$k = \frac{l_{\kappa}}{m_{\Sigma} \cdot m_{\Sigma}} n, \quad (1)$$

где m_2 – суммарная подача; m_3 – суммарная вытяжка; n – коэффициент, учитывающий число поворотов и распределение величин подач перед обоими ходами клетки.

Для обычной схемы прокатки $n = 1$, а при условии двух равных подач и двух равных поворотов с учетом упругой деформации клетки $n \approx 1,3 \div 1,6$. Поэтому при прокатке с двойными подачей и поворотом заготовки длина калибрующего участка может быть меньше, чем при обычном способе прокатки.

Коэффициент полировки при такой схеме прокатки увеличивается даже при определенном росте линейного смещения металла за двойной ход клетки. С увеличением коэффициента полировки повышается точность по диаметру (при использовании рабочего инструмента с криволинейными профилями «универсального» типа гребня ручья калибра и образующей оправки, которые выполняются в виде двух независимых экспонент, что позволяет более корректно учесть упрочнение материала трубы при прокатке [7]) и уменьшается наведенная поперечная разностенность труб.

Интенсификация производства холоднокатаных труб с минимальными капитальными затратами может быть выполнена за счет комплексного внедрения разработанного универсального распределительного подающе-поворотного механизма, новой конструкции привода валков подвижной клетки стана ХПТ с подпружиненными рейками и возможностью их осевого перемещения, а также прокатки рабочим инструментом с криволинейными профилями «универсального» типа гребня ручья калибра и образующей оправки, которые выполняются в виде двух независимых экспонент.

ВЫВОДЫ

Разработана конструкция универсального распределительного подающе-поворотного механизма редукторного типа стана ХПТ, которая позволяет на существующем оборудовании с минимальными затратами производить холоднодеформированные трубы с повышенной точностью геометрических размеров и качеством поверхности, а также обеспечивает стабильность ведения технологического процесса прокатки и высокую производительность прокатных станов. Данная разработка защищена патентом Украины № 21826 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анализ состояния производственного потенциала трубных цехов в Украине и России* / [В. В. Сергеев, Т. М. Гвоздева, В. И. Климовская и др.] // *Производство труб и баллонов : тематич. сборник науч. трудов.* – Днепропетровск, 2002. – С. 5–13.
2. *Король Р. Н. Развитие направлений повышения точности и качества прецизионных тонкостенных и особотонкостенных труб при холодной периодической роликовой прокатке* / Р. Н. Король // *Металл и литье Украины.* – 2008. – № 3–4. – С. 44–51.
3. *Король Р. Н. Обоснование, разработка и внедрение рациональной технологии прокатки труб повышенной точности с использованием сварной заготовки на станах ХПТР : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.03.05 «Процессы и машины обработки давлением»* / Р. Н. Король. – Днепропетровск, 2009. – 20 с.
4. *Пат. 4810 Україна, В21 В35/06, 21/00. Привод валків рухомої кліти стана холодної прокатки труб* / Куценко О. І., Король М. М., Кекух С. М., Яременко М. І., Загребельний В. Т., Самойленко Г. Д., Ткаченко М. В., Головачов В. Я., Лагутін Б. М., Соя В. І., Третьяк В. Я., Король Р. М., Літвін Г. Д. ; заявник та патентоутримувач Нікопольський державний Південнотрубний завод. – № 93060655; заявл. 22.02.93 ; опубл. 28.12.94, Бюл. № 7–1.
5. *Пат. 21826 А Україна, В21 В21/06. Розподільний подавально-поворотний механізм стана холодної прокатки труб* / Буряк Ю. Г., Журба О. С., Півник Ю. В., Король М. М., Калайніков Ю. Л., Орещенко В. Ф., Григорченко В. І., Смолянов Г. М., Лисенко О. В., Король Р. М. ; заявник та патентоутримувач АТ «ДТЗ». – № 96124644 ; заявл. 12.12.96 ; опубл. 30.04.98, Бюл. № 2.
6. *Повышение точности размеров труб при их прокатке на станах ХПТР с двойной подачей и поворотом заготовки* / [Ю. М. Беликов, В. Д. Хижняк, Г. И. Хаустов и др.] // *Черная металлургия : Бюл. НТИ.* – 1978. – № 23. – С. 32–34.