

УДК. 621.774.35

Король Р. Н.
Гладкий Ю. А.
Мосъпан Н. Н.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРУБ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СТАНОВ ХПТ ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДА РАБОЧИХ ВАЛКОВ ПОДВИЖНОЙ КЛЕТИ

В ближайшей перспективе на АЭС Украины запланирована масштабная реконструкция, связанная с заменой всего теплообменного оборудования турбогенераторов [1], при этом объем труб из коррозионно-стойких сталей, необходимых для замены, превышает 2000000 п. м. Наиболее продуктивным способом получения указанных труб является процесс холодной периодической прокатки на станах ХПТ. В настоящее время данные станы эксплуатируются более чем на 10 трубных заводах Украины [2].

Одним из основных ограничивающих факторов эффективности прокатки на станах ХПТ вышеуказанных труб является действие больших осевых усилий, что приводит к повышенному износу в системе «ведущая шестерня – рейка» – основной составляющей привода валков подвижной клетки, содержащей посаженные на шейках валков ведомые и ведущие шестерни, взаимодействующие с установленными в станине стана рейками. Это приводит к снижению производительности станов, а также отрицательно сказывается на качестве поверхности труб и на их точности.

А. А. Морозовым с целью уменьшения осевых усилий при прокатке была реализована возможность продольного перемещения установленных в станине стана реек за счет снабжения последних специальным механизмом, выполненным в виде поршневых дроссельных гидроусилителей, кинематически связанных с продольными кулачками.

Механизм продольного перемещения реек, выполненный в виде поперечины и стационарно установленной опоры, шарнирно соединенной с серединой поперечины, которая связана с рейками через стержни с шарнирами на концах, был предложен А. В. Кириленко.

Общим недостатком обоих предложенных конструкций приводов валков подвижной клетки станов ХПТ является нарушение условий зацепления зубьев реек и ведущих шестерен, что в свою очередь приводит к существенному снижению срока службы этих приводов. Это обусловлено наличием трех неблагоприятных факторов, одновременно искажающих нормальные условия указанного зацепления.

Первым фактором является многократные поперечные перекосы рабочей клетки, имеющие место при ее перемещении из одного крайнего положения в другое, обусловленные неравномерной нагрузкой на два шатуна из-за наличия неизбежных зазоров в кинематической цепи кривошипных шестерен привода клетки. Такие же перекосы имеют, соответственно, и ведущие шестерни относительно реек, вследствие чего зубья шестерен соприкасаются с зубьями реек под определенным углом, стремясь развернуть рейки в поперечном направлении, нарушая при этом нормальные условия зацепления зубьев указанных пар.

Вторым фактором является наклон зубьев ведущих шестерен в вертикальной плоскости относительно зубьев реек, вызванный изгибом продольной оси валков под действием технологической нагрузки (вертикальных усилий процесса прокатки). Это приводит к искажению нормальных условий зацепления зубьев шестерни и рейки.

Третьим фактором является смещение продольной оси клетки вниз, вызванное износом направляющих основания клетки при ее длительной эксплуатации. В результате чего зубья шестерен врезаются в зубья реек, последние воспринимают при этом часть веса клетки, нарушая нормальные условия зацепления.

Таким образом, при эксплуатации привода валков вышеуказанные факторы обуславливают следующее: первый – разворачивает рейки в поперечном направлении, второй – приводит к наклону реек в вертикальной плоскости, а третий – прижимает рейки к станине.

Указанное действие одновременно трех неблагоприятных факторов в системе «ведущие шестерни – рейки» существенно увеличивает неравномерный износ зубьев в зубчатом зацеплении, который приводит к преждевременному выходу из строя привода валков.

С целью нивелирования влияния вышеуказанных факторов, М. В. Поповым было предложено между шейкой валка и шестерней устанавливать резинометаллические уплотнители. Однако, из-за ударной нагрузки, возникающей в начале соприкосновения ручьев калибров с поверхностью рабочего конуса при прямом и обратном ходах клетки, а также из-за того, что при прокатке нагрузка на уплотнители распределяется неравномерно, происходит интенсивное их разрушение и, следовательно, привод выходит из строя.

Следует отметить также, что внедрение предложенных выше конструкций сопряжено со значительными затратами, а также требует существенных изменений в конструкции станков, которые невозможно выполнить в условиях и силами трубных заводов.

Целью работы является разработка новой конструкции привода валков подвижной клетки станков ХПТ, обеспечивающей длительный срок эксплуатации путем исключения влияния неблагоприятных факторов, искажающих нормальные условия зацепления зубьев шестерен и реек, а также удовлетворяющей следующим условиям:

1. Конструкция станков ХПТ, находящихся в эксплуатации, не должна подвергаться существенным изменениям.
2. Быстрота и легкость сборки и разборки элементов привода валков.
3. Ремонтнопригодность в условиях завода.
4. В качестве материалов для изготовления основных деталей привода валков должны использоваться имеющиеся на предприятии.
5. Должна быть сохранена возможность продольного перемещения реек для правильной их установки с помощью имеющихся клиновых механизмов.

Для уменьшения ударных нагрузок в приводе валков, действующих в момент прокатки трубы, необходимо установить упругие элементы под рейкой и по ее торцам. Причем, каждая из реек выполняется в виде балки Т-образного сечения с возможностью продольного, вертикального и поперечного перемещения, а каждая из сторон головки балки контактирует через жестко связанные с ними упругие элементы со станиной стана и упорами. Такая схема является наиболее приемлемой исходя из того, что при таком расположении упругих элементов, нагрузка на них распределяется по большей площади, а, следовательно, обеспечивает увеличение срока службы привода в 3÷5 раз.

Упругие элементы, установленные под рейкой, обеспечивают постоянное ее прижатие к зубьям ведущей шестерни, уменьшив, тем самым, до минимума зазоры в зацеплении, что снижает износ зубьев рейки и шестерни. С другой стороны, по мере износа направляющих станины рабочей клетки эти упругие элементы, сжимаясь под влиянием части массы рабочей клетки, перемещают рейку вниз, снижая на нее нагрузку. Следовательно, упругие элементы, установленные под рейкой, должны быть предварительно сжаты до определенной величины.

Упругие элементы по торцам рейки должны обеспечить возможность ее продольного перемещения как при прямом, так и при обратном ходах клетки. Однако, перемещение рейки при прямом ходе клетки нецелесообразно, так как при этом на заготовку, как правило, действуют усилия, стягивающие трубу с оправки, причем величина этих усилий не критическая. Перемещение рейки при обратном ходе клетки наиболее приемлемо и целесообразно, так как на заготовку действуют большие сжимающие усилия, которые необходимо максимально уменьшить. Таким образом, перемещение рейки в продольном направлении целесообразно только при обратном ходе клетки исходя из задачи снижения силовых нагрузок и получения труб с высокими точностью и качеством наружной поверхности. То есть, упругий элемент, установленный перед передним торцом рейки (по направлению переднего хода клетки), должен воспринимать нагрузку, не сжимаясь, или должен быть предварительно сжат на величину перемещения рейки при обратном ходе клетки. Упругий элемент, установленный перед задним торцом рейки (по направлению обратного хода клетки), должен обеспечить требуемое

перемещение рейки или должен быть предварительно поджат на величину заданного перемещения. Такое перемещение уменьшает разницу между «принудительным» и «естественным» катающими радиусами валков, что, в свою очередь, приводит к уменьшению осевых усилий при прокатке (отсутствие стыкования торцов труб и пр.).

Величина продольного перемещения рейки при обратном ходе клетки привязана к соотношению «принудительного» катающего радиуса и «естественного», т. е. зависит от маршрута прокатки. Опираясь на результаты исследований, проведенных Кириленко А. В., продольное перемещение рейки приблизительно равно 5–7 % от длины обжимной зоны. Для каждого типоразмера стана данная величина усреднена, и вышеуказанное соотношение дает необходимую для инженерных расчетов точность. При прямом ходе клетки величина перемещения рейки должна равняться нулю.

Допустимое перемещение каждой из реек в вертикальной плоскости (вниз по направлению к фундаменту стана) должно быть примерно равно допустимой величине износа направляющих станины рабочей клетки и ограничивается допустимым смещением оси прокатки (для стана ХПТ-55 эта величина составляет порядка 5 мм), а также величиной максимального технологического зазора между бочками валков (для стана ХПТ-55 эта величина составляет порядка 3 мм). Таким образом, общая допустимая величина перемещения каждой из реек стана ХПТ-55 вниз равна порядка 8 мм.

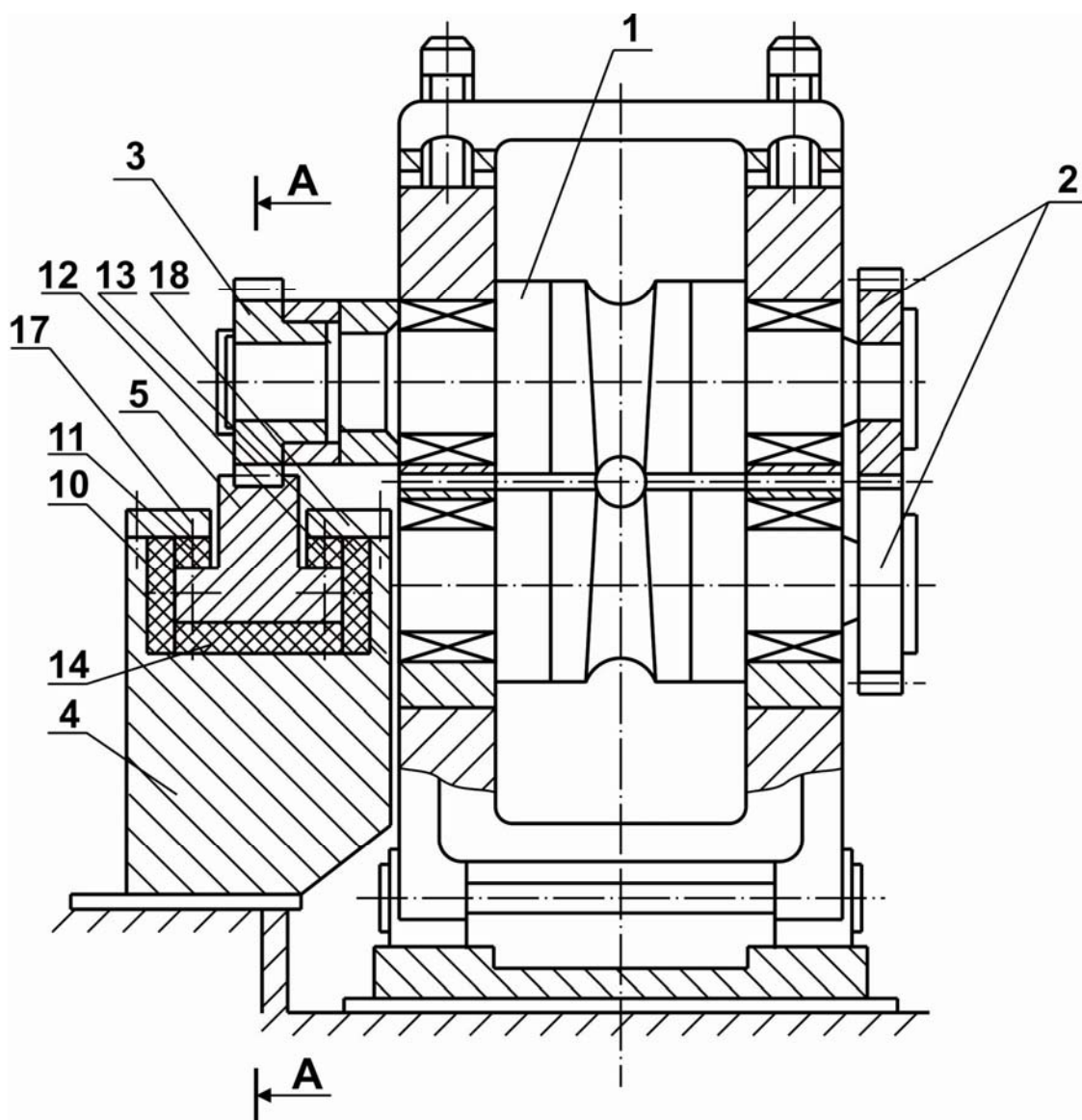


Рис. 1. Подвижная клеть стана ХПТ с новой конструкцией привода валков

Разработанный привод валков работает следующим образом (рис. 1): перед началом работы привода валков 1 посредством вращения винтов 6 и 7 перемещают упоры 8 и 9 совместно с рейкой 5 и упругими элементами 10, 11, 12, 13, 14, 15 и 16 в требуемое положение, обусловленное технологией прокатки труб. Включают электродвигатель главного привода, от которого через кривошипные шестерни и шатуны подвижной клетки сообщают возвратно-поступательное движение. При перемещении клетки ведущая шестерня 3, перекатываясь по рейке 5, сообщает вращение валкам 1 через соединительные шестерни 2. В результате чего валки 1 осуществляют деформацию заготовки, возникающие при этом усилия прокатки их изгибают и ведущая шестерня 3 получает наклон к зубьям рейки 5. Воздействуя таким образом на рейку 5, ведущая шестерня 3 ее поворачивает, устанавливая в наклонное положение, соответствующее шестерне 3 благодаря Т-образному сечению балки и одновременному сжатию упругих элементов 10, 11, 12, 13, удерживаемых ограничителями 17 и 18, соответственно, а также упругого элемента 14, опирающегося на станину стана 4. В результате чего условие нормального зацепления зубьев шестерни 3 и рейки 5 не нарушается и чрезмерный износ зубьев пары не происходит.

Одновременно, при перемещении клетки из-за невозможности осуществления равномерной нагрузки на оба шатуна, происходит ее перекос и, соответственно, перекос ведущей шестерни 3, зубья которой разворачивают рейку 5 в поперечном направлении благодаря сжатию упругих элементов 10, 13, а также 15 и 16, удерживаемых упорами 8 и 9, соответственно (рис. 2). Вследствие этого улучшаются условия зацепления шестерни 3 и рейки 5, что также уменьшает их износ.

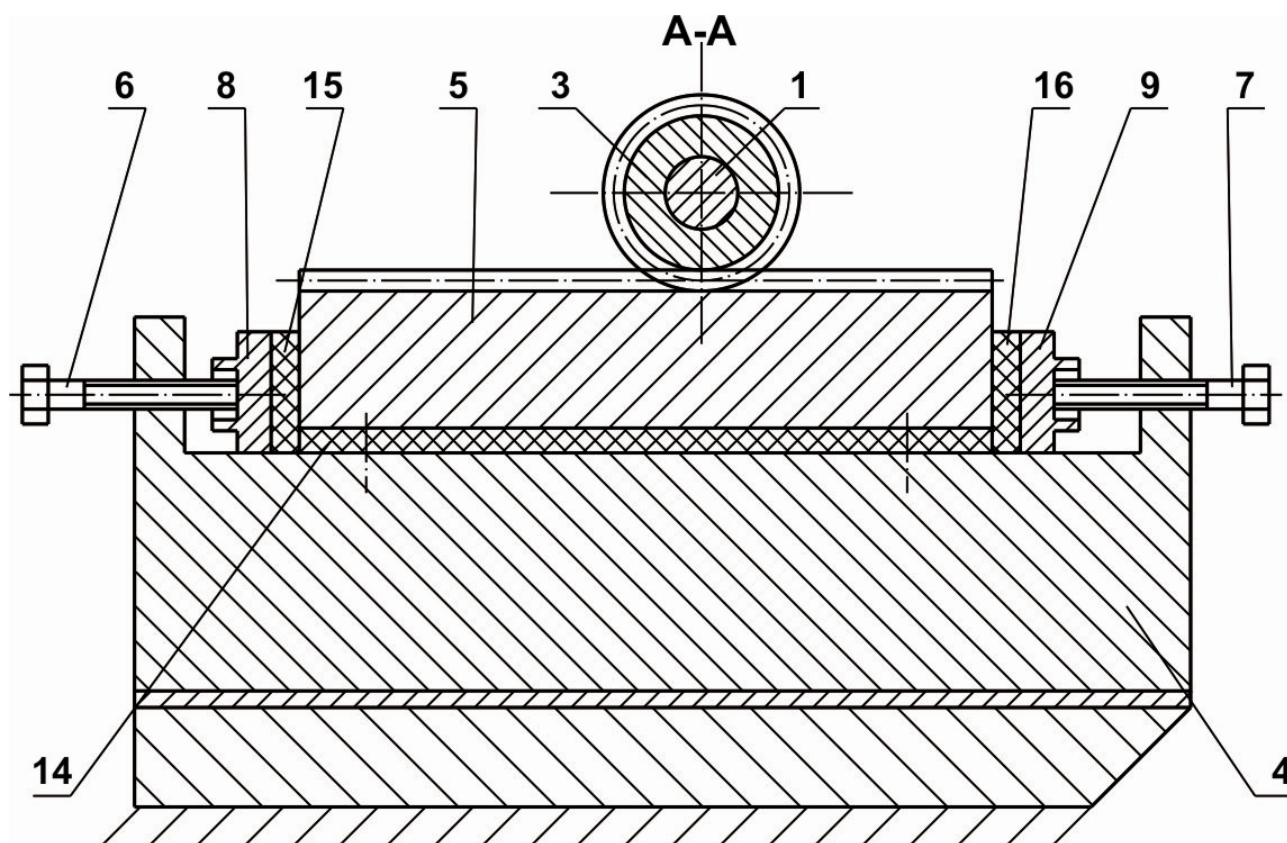


Рис. 2. Привод валков с упругими элементами стана ХПТ

При длительной эксплуатации рабочей клетки происходит износ ее направляющих, в результате чего она смещается вниз (оседает) и часть ее нагрузки воспринимается рейкой 5, которая перемещается также вниз благодаря сжатию упругого элемента 14. Так как усилие сжатия упругого элемента 14 незначительно, то и условия зацепления в паре «рейка-шестерня» при этом не ухудшаются.

В связи с тем, что нагрузка на упругие элементы, установленные на концевых участках выступов рейки (длиной 0,3 от общей ее длины) больше, рекомендуется увеличить их жесткость в 5–10 раз по сравнению с жесткостью упругих элементов, расположенных посередине рейки.

В качестве материала упругих элементов, устанавливаемых под рейкой, можно рекомендовать конвейерную ленту общего назначения по ГОСТ 20-85. Перед передними торцами реек (по ходу прокатки) можно устанавливать конвейерную ленту того же типа, а за задними торцами (крайнем заднем положении клетки) – резино-металлические амортизаторы.

С учетом предложенной разработки была произведена реконструкция привода валков подвижной клетки стана ХПТ-75 с заменой реек*. Это позволило повысить производительность стана на 15–18 %, точность готовых труб на 10–20 % (благодаря исключения бросков и, следовательно, исключению скачкообразного роста упругой деформации системы «прокатный инструмент-рабочая клетка»), а также исключить брак по наружной поверхности при прокатке на том же инструменте и с теми же режимами.

*В работе принимали участие: В. Я. Головачев и Б. Н. Лагутин (Никополь, ЗАО «Никопольский ремонтный завод»), а также В. В. Чехранов (Днепропетровск, ЭПУ ГТИ им. Я. Е. Осады).

ВЫВОДЫ

Выполнение каждой из реек привода валков подвижной клетки стана ХПТ в виде балки Т-образного сечения с возможностью продольного, вертикального и поперечного перемещения, где каждая из сторон головки балки контактирует через жестко связанные с ними упругие элементы со станиной стана и упорами, обеспечивает увеличение срока службы привода в 3–5 раз и позволяет повысить производительность стана на 15–18 %, точность готовых труб на 10–20 %, а также исключить брак по наружной поверхности при прокатке на том же инструменте и с теми же режимами. Данная разработка защищена патентом Украины № 4810.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Повышение качества продукции и технологии производства теплообменных труб из сплавов на основе титана / Р. Н. Король, Ю. М. Беликов, В. А. Снежко [и др.] // Теория и практика металлургии. – 2012. – № 3. – С. 57–61.*
2. *Король Р. Н. Разработка и внедрение универсального режима деформации для прокатки прецизионных труб из различных марок сталей на станах ХПТ / Р. Н. Король // Металл и литье Украины. – 2009. – № 4–5. – С. 39–42.*
3. *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., Головачев В. Я., Лагутін Б. М., Соя В. І., Третяк В. Я., Король Р. М., Літвін Г. Д., Масошин Л. М., Цупкін А. В.; заявник та патентоутримувач Нікопольський державний Південнотрубний завод. – № 93060655; заявл. 22.02.93; опубл. 28.12.94, Бюл. № 7–1.*

Король Р. Н. – канд. техн. наук, ген. дир. ЧНПП «Специальные трубы»;

Гладкий Ю. А. – ассистент НМетАУ;

Мосьпан Н. Н. – ассистент НМетАУ.

ЧНПП «Специальные трубы» – Частное научно-производственное предприятие «Специальные трубы», г. Днепропетровск.

НМетАУ – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск.

E-mail: oezgti@ua.fm

Статья поступила в редакцию 15.01.2013 г.