УДК 621.771.28

РЕКОНСТРУКЦИЯ СТАНА ХПТ-250

Татьяна Геннадьевна Золоткова

Студентка 6 курса, специалитет
кафедра «Оборудование и технологии прокатки»
Московский государственный технический университет

Научный руководитель: Е.В. Лагошина,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

В Российской Федерации находится более 200 станов холодной прокатки труб в промышленной эксплуатации, производящие трубы различного назначения. Основными отличиями этих труб являются высокие показатели качества: точность, хорошие механические свойства, чистота поверхности, поэтому они широко используются в атомной энергетике, авиации, ракетостроении, химической промышленности.

Всего на двух предприятиях нашей страны: ПАО «Челябинский трубопрокатный завод» и АО «Чепецкий механический завод» эксплуатируются станы ХПТ-250, позволяющие выпускать трубы широкого сортамента с сечением готового изделия диаметром от 90 до 250 мм. Стан ХПТ-250 – один из самых крупных станов холодной прокатки труб, и многие его параметры и режимы работы предельные.

Среди всех механизмов стана механизмы подачи и поворота трубы являются самыми ответственными, трудными в реализации элементами поворотно-подающей группы, которые оказывают определяющее влияние на процесс формирования границ очага деформации в рабочей клети, значения технологических нагрузок, и, как следствие, на качество, точность прокатываемых труб, стабильность работы стана в целом.

Поскольку стан ХПТ-250 был выпущен в 1968 г. и на сегодняшний день имеет большой физический и моральный износ, он не удовлетворяет ни требованиям производителей, ни требованиям современной технологии, предлагается совершенствование механизмов подачи и поворота, обеспечивающее быстродействие и точность операций, удобство в эксплуатации, а также связанное с реализацией расширения технологических возможностей прокатки труб.

Процесс прокатки труб на стане ХПТ-250 заключается в том, что на коническую оправку одевают цилиндрическую заготовку и обжимают валками, при этом кассета 1 (рис. 1), в которую установлены валки 2, совершает возвратно-поступательное движение. При каждом двойном ходе кассеты происходит поворот оправки, подача заготовки в область прокатки с помощью патрона подачи, а также ее поворот, который осуществляют промежуточный 3 и передний патрон 4.

Подача и поворот заготовки могут происходить только тогда, когда валки не касаются прокатываемого металла, то есть в момент раскрытия зевов на калибрах. Отсюда вытекает основная особенность механизмов подачи и поворота, и главное требование, предъявляемое к конструкции этих механизмов. Особенность эта заключается в периодическом характере действия механизмов. Движения, осуществляемое механизмами, должны быть прерывистыми, с постоянными пусками и остановками всех кинематических цепей подачи и поворота. Таким образом, главное требование к конструкции этих механизмов сводится к обеспечению синхронизации подачи и поворота заготовки с положением валковой кассеты.

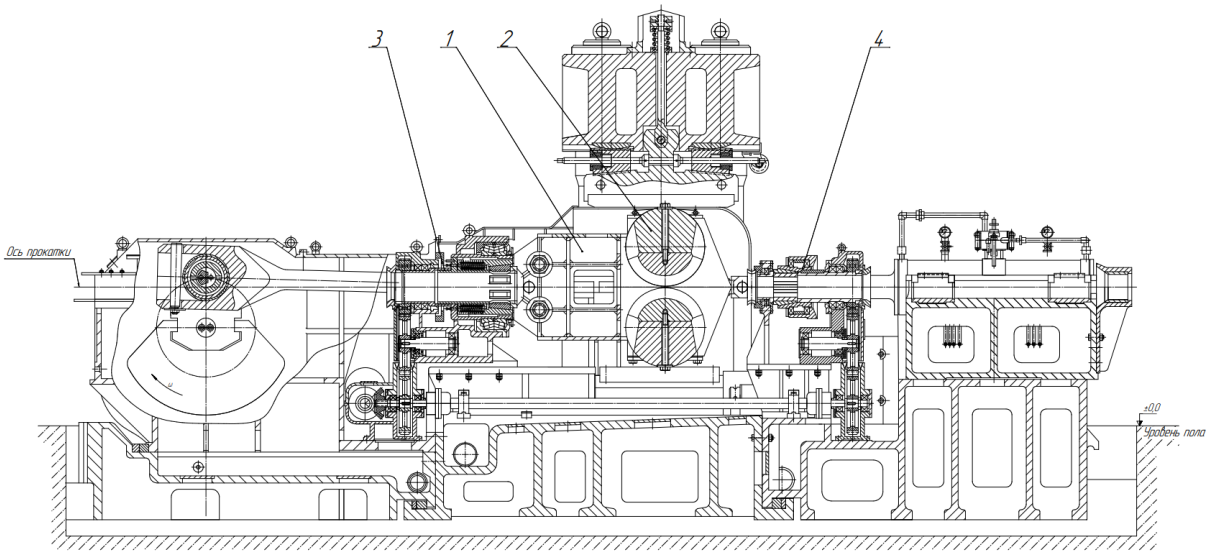


Рис. 1. Рабочая линия стана ХПТ-250

В стане ХПТ-250 поворот и подача трубы осуществляются посредством распределительно-подающего механизма дифференциально-кулачкового типа, который состоит из следующих основных узлов и деталей: вала кулака подачи 1 (рис. 2), кулака 2, рычага подачи 3, муфты обгона 4, кулачковой муфты 5, вала кулака поворота 6, вала7, кулака поворота 8, рычага поворота 9, кулисы10, тяги 11, гаек 12, винтов подачи 14, вала 15, фрикционной муфты 16, гидроцилиндра управления 17, упорных подшипников 18.

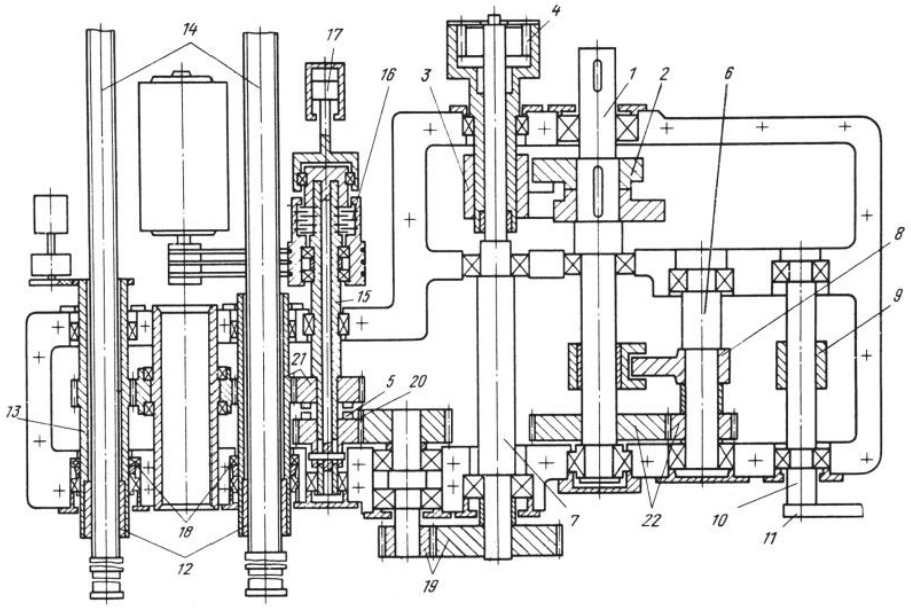


Рис. 2. Распределительно-подающий механизм стана ХПТ-250

При вращении вала кулака подачи 1 (рис. 2) рычаги подачи 3 совершают качательное вращение по закону, задаваемому профилем кулака 2. Профиль выполнен таким образом, что в сочетании с муфтой обгона 4 обеспечивает подачу заготовки в крайнем заднем положении валковой обоймы в момент раскрытия зева калибров. Поворот вала 7 через зубчатые пары 19, 20 и 21 передается гайкам 12 валов подачи 13, при этом винты 14 перемещаются поступательно и, таким образом, подают с помощью

жестко связанного с ними патрона подачи заготовку на определенную величину. Величина подачи регулируется путем смены пары зубчатых шестерен 19.

На вал 15 через двойную клиноременную передачу и фрикционную муфту 16 передается вращение от электродвигателя привода ускоренного отвода (подвода). Через зубчатую пару 21 передается вращение гайкам валов подачи и, таким образом, осуществляется ускоренное перемещение винтов и связанного с ними патрона подачи трубы-заготовки.

Для включения рабочей подачи или ускоренного отвода (подвода) установлен гидроцилиндр управления 17. В переднем крайнем положении поршня кулачковая муфта 5 замыкается, а фрикционная муфта 16 размыкается, включается рабочая подача. В крайнем заднем положении поршня гидроцилиндра замыкается фрикционная муфта и размыкается кулачковая, включается ускоренный подвод или отвод патрона гильзы. Осевое усилие при прокатке воспринимается упорными подшипниками 18. От вала кулака подачи через зубчатую пару 22 вращение передается валу кулака поворота 6, причем число оборотов вала кулака поворота в два раза больше числа двойных ходов валковой кассеты. Кулак 8 поворота спрофилирован таким образом, что в период раскрытия зева калибров в переднем или заднем крайних положениях валковой обоймы рычаг поворота 9 отклоняется на 30° за время, равное 1/6 времени двойного хода валковой кассеты, а затем за время прямого (или обратного) хода валковой обоймы возвращается в исходное положение. Через кулису 10 и тягу 11 это качательное движение передается на рычаг механизма поворота, от которого через трансмиссию передается движение переднему и промежуточному патронам поворота.

Анализ существующей конструкции подающе-поворотных узлов стана ХПТ-250 выявил следующие недостатки оборудования, на расширение которых направлено предлагаемое решение:

- конструкцией узлов предусмотрена механическая связь патронов поворота и подачи с распределительно-подающим механизмом, имеющим сложное строение, включающее в себя большое количество механических передач, трансмиссий поворота, муфт обгона, кулачковых пар;
- ограничение угла поворота трубы (75° и 90°) и величины подачи, обусловленное наличием кулачковых пар;
- ограниченные возможности увеличения быстродействия и производительности стана в целом по причине наличия трансмиссий прерывного поворота;
- нестабильность величины поворота и подачи, влекущая за собой формирование разностенности получаемых труб;
- сложность настройки и регулировки механизмов;
- используемая кинематическая связь привода предопределяет большой вес подвижных частей и высокие динамические нагрузки на детали и узлы механизмов;

С целью повышения производительности, надежности, расширения технологических возможностей и сортамента производимой продукции предложены новые образцы механизмов подачи и поворота стана ХПТ-250. Реконструкция этих узлов следует общей тенденции технического прогресса, которая заключается в создании полностью автоматизированных трубных станов и агрегатов.

Для патронов поворота разработана новая конструкция (рис. 3), включающая:

- замену кинематической связи для синхронизации работы механизмов поворота, выполненной в виде длинных трансмиссий прерывного поворота, в силу своей сложной конструкции позволяющих поворачивать трубу лишь на 75° и 90°, в старой компоновке рабочей линии, на

управление промежуточного и переднего патронов от индивидуальных серводвигателей, что позволяет быстро устанавливать угол поворота трубы при прокатке на любое значение, требуемое технологией;

- возможность реализации размещения новых патронов на передней и задней лобовинах станины вместо старых, не перемещая соседнее оборудование рабочей линии стана.

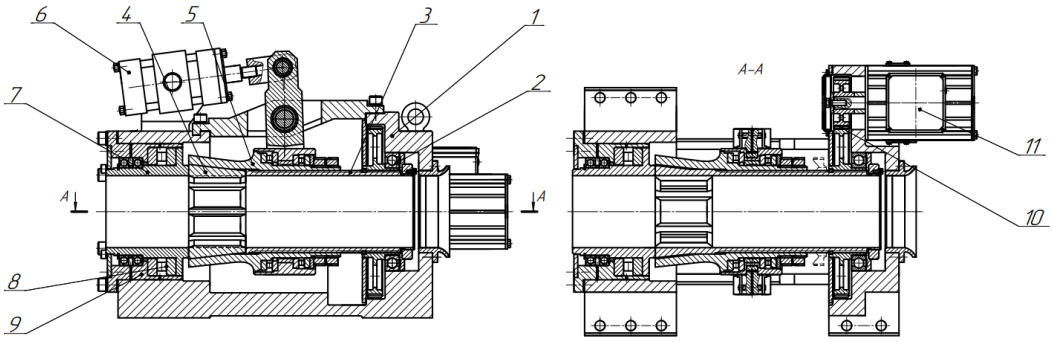


Рис. 3. Реконструкция патрона поворота стана ХПТ-250

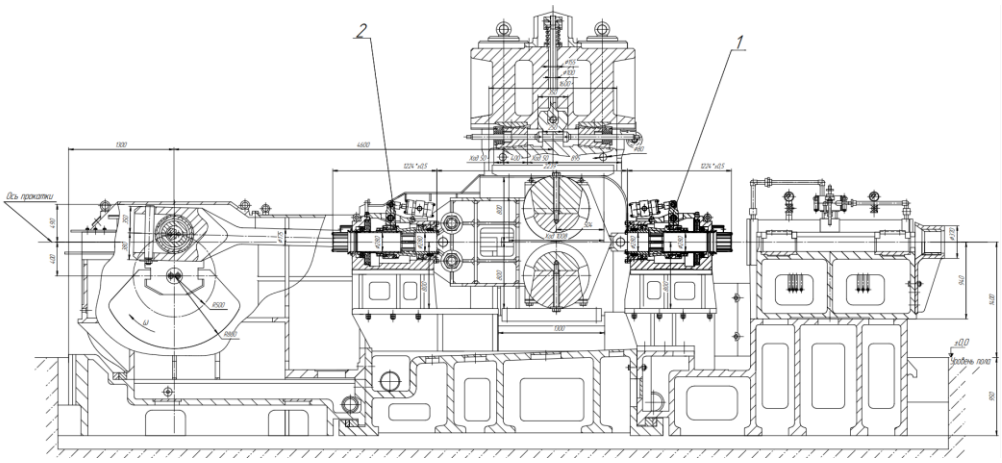
Корпус патрона 1 (рис. 3) представляет собой сварную конструкцию из стоек и основания. В расточках корпуса на подшипниках качения 2 установлен полый шпиндель 3. Консольный конец шпинделя имеет шесть прорезей, расположенных относительно друг друга под углом 60°, в которых устанавливаются соответствующего маршруту прокатки размера кулаки 4. Кулаки, в свою очередь, входят в соответствующие им пазы обоймы 5, перемещающейся вдоль оси шпинделя посредством гидроцилиндра 6, и фиксируются от выпадения втулкой 7, подшипником 8 и стаканом 9.

Работа нового патрона сводится к тому, чтобы в момент подачи раскрыть кулаки и пропустить трубу, а по окончании подачи закрыть кулаки и повернуть заготовку, причем поворот должен произойти в тот момент, когда валковая кассета придет в свое крайнее положение.

Для выполнения перечисленных операций служит специальная система управления патроном. Шпиндель 3 приводится в прерывистое вращение с помощью зубчатой передачи 10, приводом которой является синхронный серводвигатель 11. Устройство серводвигателя позволяет устанавливать и фиксировать шпиндель патрона в заданных положениях, перемещать его в соответствии специально разработанной программой.

При замене кинематической связи для синхронизации работы механизмов поворота (рис. 4), выполненной в виде длинных трансмиссий в старой компоновке рабочей линии, на управление промежуточного и переднего патронов от индивидуальных серводвигателей:

- появляется возможность изменять угол поворота с пульта управления, не перенастраивая распределительно-подающий механизм;
- упрощается обслуживание механизмов;
- снижается энергопотребление;
- возрастает точность поворота трубы вне зависимости от режима работы стана, тем самым улучшается и качество трубы;
- уменьшаются масса подвижных узлов механизма, динамические нагрузки, действующие на них.



1 – передний патрон; 2 – промежуточный патрон

Рис. 4. Рабочая линия ХПТ-250 после реконструкции патронов поворота

Также разработан новый механизм подачи (рис. 5). Подающий механизм служит для подачи заготовок в очаг деформации, а также осуществляет ускоренный отвод патрона гильзы в момент перезарядки и воспринимает осевое усилие прокатки.

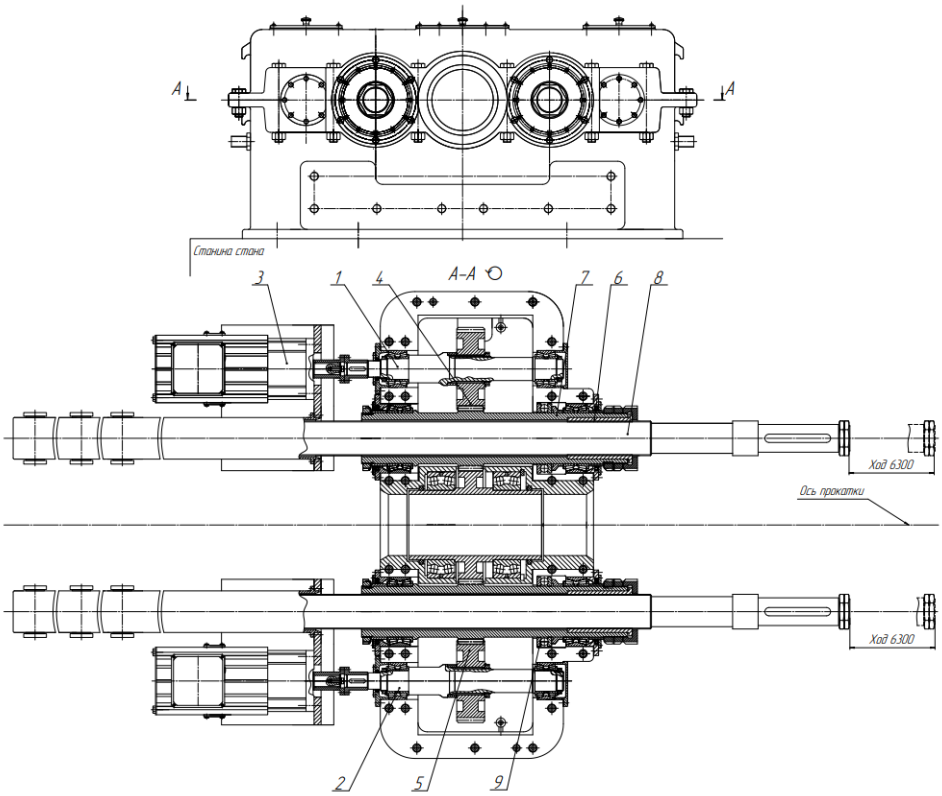


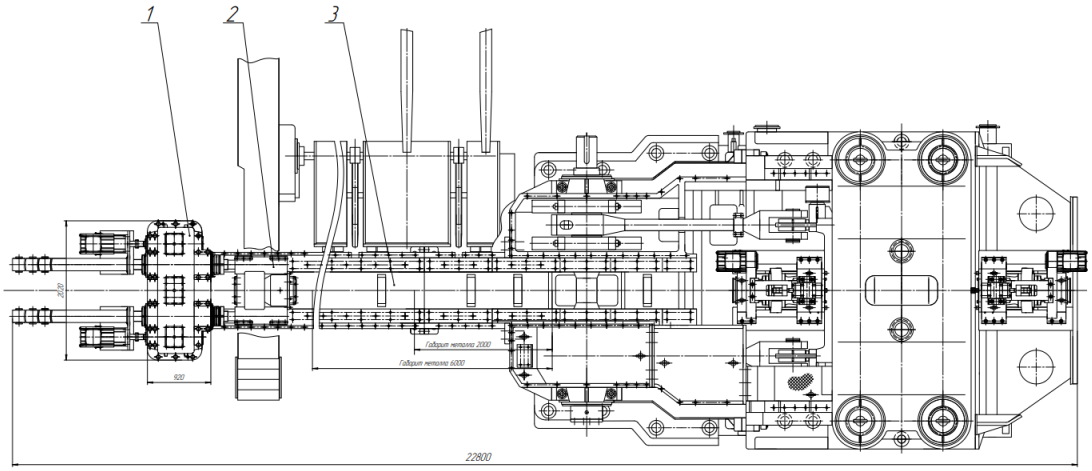
Рис. 5. Реконструкция механизма подачи стана ХПТ-250

Новое устройство выполнено в виде редуктора и представляет собой компактную конструкцию, выполненную в корпусе с одним горизонтальным разъемом.

Для синхронизации подачи с моментом раскрытия зева калибров вращение валам 1 и 2 (рис. 5) задается от синхронных серводвигателей 3, работающих по специально написанной программе. Поворот валов 1 и 2 через зубчатые пары 4 и 5 передается гайкам 6 валов подачи 7. Винты 8 перемещаются при этом поступательно и, таким образом, подают заготовку с помощью связанного с ними патрона гильзы на

определенную величину. Осевое усилие при прокатке воспринимается упорными подшипниками 9, установленными на валах подачи.

С целью сокращения затрат на модернизацию подающего узла стана предлагаемое решение подразумевает использование существующих винтов подачи и патрона гильзы, эксплуатируемых на стане ХПТ-250. Также конструкцией нового механизма предусмотрено крепление к сопрягаемому узлу – раме люнетов (рис. 6).



1 – механизм подачи; 2 – патрон гильзы; 3 – рама люнетов
Рис. 6. Реконструкция узлов подачи и поворота стана ХПТ-250

Замена распределительно-подающего механизма стана ХПТ-250 на устройство, приводом которого являются индивидуальные серводвигатели, позволяет:

- решить проблему нестабильности подачи заготовки, вызванную высокими динамическими нагрузками в звеньях механизма путем уменьшения массы подвижных частей нового устройства;
- изменять величину подачи во время процесса прокатки с пульта управления;
- повысить точность подачи за счет исключения фрикционных и высших кинематических пар, интенсивный износ которых приводит к образованию зазоров, значительным отклонениям от номинальных установочных подач.
- повысить эксплуатационную надежность оборудования, и, как следствие, сократить время простоев стана;
- снизить энергопотребление;
- упростить обслуживание механизма за счет обеспечения доступа к деталям и узлам, исключая демонтаж смежных механизмов, тем самым сократить время восстановления и технического обслуживания.

Использование сервоприводов для механизмов, работающих в импульсном режиме и выполняющих поворот и подачу заготовки, позволило исключить из состава оборудования стана ХПТ-250 соответствующие механические преобразователи постоянного вращения в прерывистое, отказаться от применения трансмиссионных валов. Индивидуальные сервоприводы, синхронизируемые с работой главного привода при помощи специально написанной программы, позволяют иметь гибкую технологию прокатки на стане, при которой величины подачи и поворота устанавливаются с пульта управления и регулируются в каждом крайнем положении клети.

Установка нового оборудования снимает ограничения по быстроходности стана, повышает надежность работы механизмов, удобство эксплуатации, а также расширяет технологические возможности холодной прокатки труб.

Литература

1. *Кофф З.А., Соловейчик П.М., Алешин В.А., Гриншпун М.И.* Холодная прокатка труб. – Свердловск: Металлургиздат, 1962. – 431 с.
2. *Коликов А.П., Романенко В.П., Самусев С.В.* Машины и агрегаты трубного производства: Учебное пособие для вузов. –М.: МИСиС, 1998. – 536 с.
3. *Розов Н.В.* Холодная прокатка стальных труб. –М.: Металлургия, 1977. – 183 с.
4. *Форолов В.П., Данченко В.М., Фролов Я.В*. Холодна пільгерна прокатка труб: Монографія. – Дніпропетровськ: Пороги, 2005. – 260 с.
5. *Осадчий В.Я., Вавилин А.С., Зимовец В.Г., Коликов А.П.* Технология и оборудование трубного производства: учебник для вузов. – М.: Интрмет Инжиниринг, 2001. – 608 с.
6. *Гриншпун М.И., Соколовский В.И.* Станы холодной прокатки труб. –М.: Машиностроение, 1967. – 241 с.
7. *Чечулин Ю.Б., Кондратов Л.А., Орлов Г.А.* Холодная прокатка труб. –М.: Металлургиздат, 2017. – 332 с.
8. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора-машиностроителя. В3-х т. Т1. –М.: Машиностроение, 1996. –918 с.
9. *Дунаев П.Ф., Леликов О.П.* Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для вузов. –М.: Академия, 2008. – 495 с.
10. *Богданов Н.Т., Чекулаев А.В., Чекулаев В.Н.* Оборудование для холодной прокатки труб. Тяжелое машиностроение. – 2006. –№5. – с. 31–36.