

УДК 621.771.28:62-83

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПИЛЬГЕРСТАНА

А.Е. Бычков, С.Н. Золотушкин, И.М. Ефанова

В статье приводится анализ технологического процесса горячей прокатки труб. Дается описание процесса работы пилигримового стана (пильгерстана). Приводятся осциллограммы рабочего режима стана. Формулируются пути повышения технологических характеристик пильгерстана.

Ключевые слова: пилигримовый стан, горячая прокатка труб, электропривод прокатного стана.

В современное время одним из наиболее востребованных сортов труб, выпускаемых трубопрокатной промышленностью, являются бесшовные трубы. Этот тип труб характеризуется высокой надежностью и прочностью, при доступной цене [1–4]. Большинство бесшовных труб в настоящее время получают с помощью прокатки на пилигримовых станах [5–7].

Технологический процесс на установках с пилигримовым станом следующий. Нагретый до 1200–1220 °С в методической печи слиток транспортируется на прошивную валковую клеть с диаметром валков 450–1000 мм. Обычно один прошивной стан обслуживает два пилигримовых стана. На пилигримовом (периодическом) стане в гильзу вводится оправка (дорн); затем гильза вместе с оправкой подается в валки диаметром 600–1000 мм (в зависимости от диаметров прокатываемых труб). Частота вращения валков 40–90 об/мин.

Направление прокатки и вращения валков противоположно направлению подачи гильзы в валки, в связи с чем, каждый цикл разделяется на два периода: рабочий ход (собственно прокатку металла валками) и холостой обратный ход металла (благодаря действию подающего аппарата). За каждый оборот валков гильза подвергается обжатию между дорном и калибром на длине подачи, которая обычно не превышает 30 мм.

Валки при вращении образуют круглый калибр с переменными высотой и шириной. Форма ручья валка пилигримового стана показана на рис. 1. По периметру валка ручей делится на две части: рабочую, осуществляющую прокатку, ограниченную центральным углом θ ; холостую часть (зев), не контактирующую с металлом.

Рабочая часть ручья включает три участка: боек, имеющий переменный радиус по вершине калибра, нарастающий от R_0 до R_p ; полирующий (калибрующий) участок, на котором производится окончательное формирование размеров черновой трубы, имеющий постоянные радиус и высоту калибра; продольный выпуск с плавным уменьшением радиуса валка, благодаря чему происходит постепенный отрыв трубы от валка. На рис. 1 показана схема прокатки и обозначены элементы.

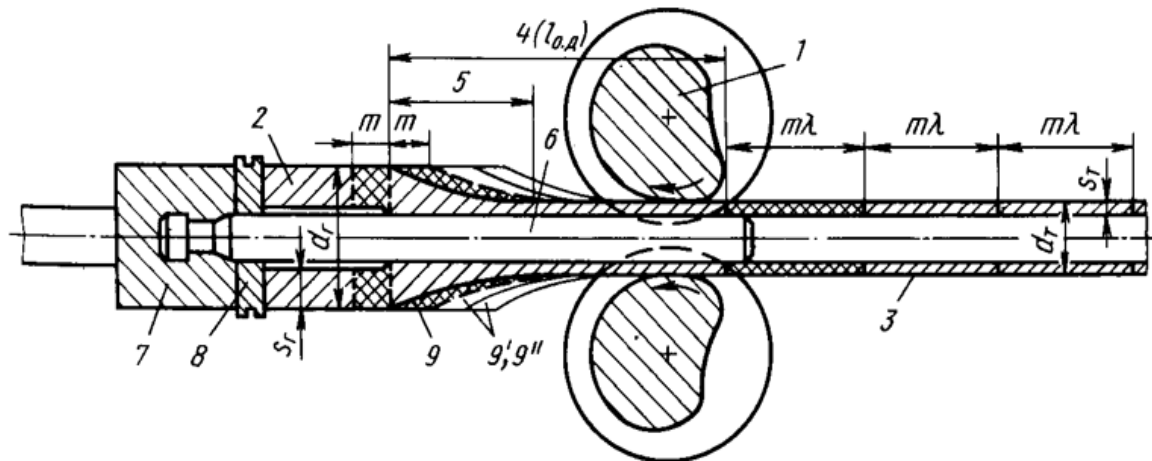


Рис. 1. Схема прокатки в пилигримовом стане: 1 – валок; 2 – гильза; 3 – труба; 4 – очаг деформации (рабочий конус); 5 – пильгерголовка; 6 – оправка (дорн); 7 – замок оправки и шток подающего аппарата; 8 – кольцо для упора гильзы при прокатке и удержания ее при извлечении оправки; 9, 9', 9'' – смещенный объем металла, в данном цикле (равный объему подачи)

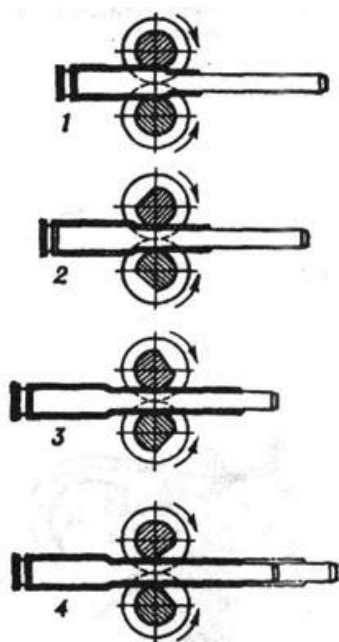


Рис. 2. Процесс прокатки на пилигримовом стане:

- 1 – рабочий участок калибра;
- 2 – полирующий (калибрующий) участок калибра;
- 3 – выходной участок;
- 4 – участок поворота гильзы и подачи ее в валок

резок времени (положение 4) оправка с гильзой подается при помощи специального устройства вперед, поворачиваясь на 90° вокруг продольной оси для обеспечения равномерного обжатия по всей окружности. Вращение

Процесс прокатки на пилигримовом стане следующий (см. рис. 2). В положении 1 валки рабочими поверхностями начинают подвергать обжатию гильзу на длине подачи, при этом оправка вместе с гильзой смещается назад (положение 2). На первом участке происходит деформация гильзы с переходом ее в трубу, на втором – сглаживание неровностей на поверхности трубы и получение окончательных размеров диаметра и толщины стенки; на третьем – поворот гильзы с оправкой (дорном) и подача ее в валки.

Подвергаемый обжатию между калибром и дорном металл в виде готовой трубы сдвигается с оправки (дорна) в противоположном направлении. Затем происходит сглаживание поверхности участка сформованной трубы (положения 3), после чего она выходит из соприкосновения с валками, так как увеличивается ширина и высота калибра. В этот от-

валков стана и движение оправки с гильзой синхронизированы. Раскатка гильзы в готовую трубу происходит за несколько минут, суммарная вытяжка при этом составляет 8–12.

Такая значительная вытяжка объясняется обжатиями за каждый оборот валков сравнительно небольшого участка гильзы, равного величине подачи. Число подач при раскатке зависит от ряда факторов и составляет обычно 120–180.

Если трубы не подвергаются калибровке, тогда они проходят правку в горячем состоянии на правильном стане, имеющем два наклонных гиперболоидных валка. Дальнейшие операции сводятся к обрезки концов труб, разрезке труб на длины, нарезке резьбы на концах труб, навинчиванию муфт, гидравлическим испытаниям и т. д.

Среди многообразия современных систем электроприводов, электроприводы пилигримового стана выполнены по классической структуре с электродвигателями постоянного тока, для примера на рис. 3 показаны осциллограммы работы главного привода пильгерстана.

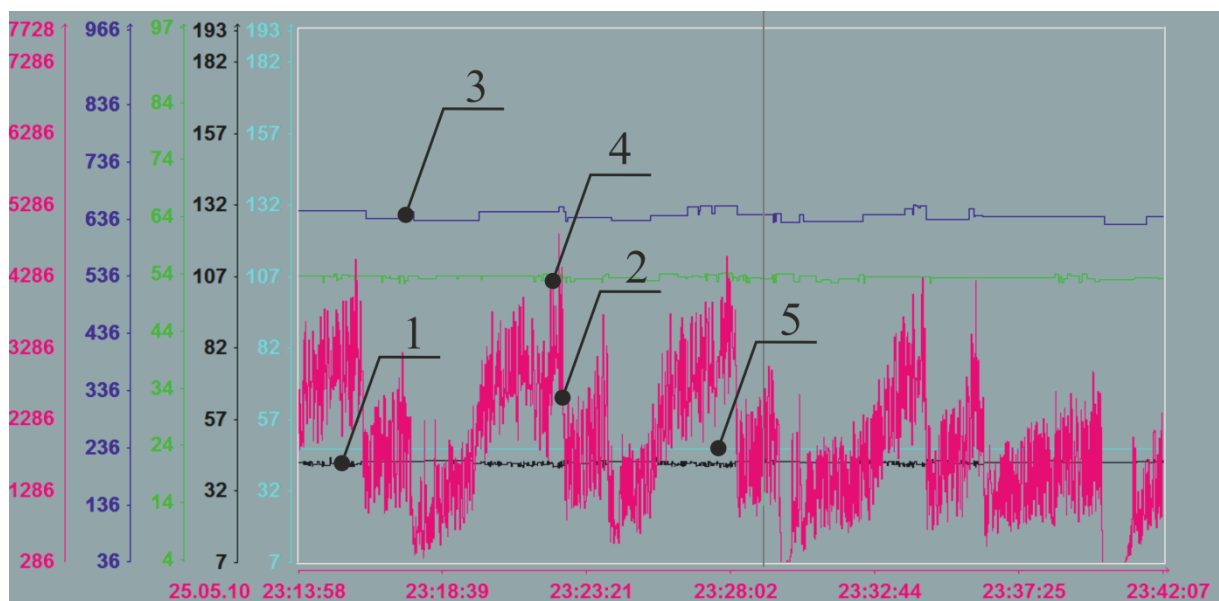


Рис. 3. Осциллограммы координат пилигримового стана: 1 – скорость, 2 – ток якоря, 3 – напряжение на якоре, 4 – ток возбуждения, 5 – задание скорости

В настоящее время ситуация меняется. Современные системы с электроприводами переменного тока не только достигли показателей регулирования уровня электроприводов постоянного тока, но также превзошли их за счет современных замкнутых систем с регулируемым вентильными преобразователями и микропроцессорным управлением.

Помимо этого, за счет своей бесконтактности и высоким удельным показателям электропривод переменного тока может реализовывать высокодинамичные перегрузки, возникающие при обжатии и позиционировании

заготовок при их обработке на пилигримовом стане. Среди разработок в данной области можно выделить электроприводы с синхронными машинами традиционной [8–13] и нетрадиционной конструкции [14–16]. Анализ регулировочных и массогабаритных показателей таких электроприводов, позволяют сделать вывод, что именно у электроприводов данного класса наиболее высокие перспективы сменить электропривод постоянного тока в станах горячей прокатки.

Библиографический список

1. Цытович, Л.И. Частотно-широотно-импульсный терморегулятор сушильной камеры с непрерывным тестированием сопротивления изоляции электротехнического изделия / Л.И. Цытович, О.Г. Брылина, М.М. Дудкин, Р.М. Рахматулин, А.В. Тюгаев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2011. – № 34 (251). – С. 50–55.
2. Tsytovich, L.I. About the dynamics of some methods of integrating conversion of analog signal into digital code / L.I. Tsytovich, M.M. Dudkin, S.P. Lokhov, O.G. Brylina // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2013. – Т. 13. – № 1. – С. 80–91.
3. Цытович, Л.И. Интегрирующий аналого-цифровой датчик нулевого тока / Л.И. Цытович, М.М. Дудкин, О.Г. Брылина, В.П. Мацин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2012. – № 37 (296). – С. 93–96.
4. Цытович, Л.И. Многозонные интегрирующие системы управления каскадами «вентильный преобразователь исполнительный механизм» для объектов с параллельными каналами регулирования / Л.И. Цытович, О.Г. Терещина // Практическая силовая электроника. – 2009. – № 36. – С. 23–30.
5. Цытович, Л.И. Многозонный частотно-широотно-импульсный регулятор переменного напряжения / Л.И. Цытович, О.Г. Брылина, М.М. Дудкин, А.В. Качалов // Патент на изобретение RUS 2408969 23.12.2009.
6. Цытович, Л.И. Интегрирующее устройство синхронизации с псевдоследящей фиксацией точек естественной коммутации напряжения сети / Л.И. Цытович, М.М. Дудкин, О.Г. Брылина, А.В. Тюгаев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 53–61.
7. Цытович, Л.И. Фазосдвигающее устройство / Л.И. Цытович, М.М. Дудкин // Патент на изобретение RUS 2320071 09.10.2006.
8. Цытович, Л.И. Многозонный частотно-широотно-импульсный регулятор переменного напряжения / Л.И. Цытович, О.Г. Брылина, М.М. Дудкин, А.В. Качалов // Патент на изобретение RUS 2408969 23.12.2009.

9. Цытович, Л.И. Система непрерывного контроля сопротивления изоляции электротехнических изделий в процессе их термической сушки / Л.И. Цытович, Р.М. Рахматулин, О.Г. Брылина, М.М. Дудкин, А.Ю. Мыльников, В.А. Тюгаев, А.В. Тюгаев // Промышленная энергетика. – 2013. – № 1. – С. 24–28.

10. Дудкин, М.М. Частотно-широкоимпульсный адаптивный регулятор переменного напряжения с интегрирующей системой управления / М.М. Дудкин, О.Г. Брылина, Л.И. Цытович, А.В. Тюгаев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 45–52.

11. Дудкин, М.М. Энергосберегающие технологии в испытательных стендах с использованием однофазных обратимых преобразователей / М.М. Дудкин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2013. – Т. 13. – № 1. – С. 5–18.

12. Лохов, С.П. О новом принципе интегрирующего аналого-цифрового преобразования с бестактовым поразрядным уравниванием / С.П. Лохов, Л.И. Цытович, М.М. Дудкин, О.Г. Брылина, Р.М. Рахматулин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2012. – № 37 (296). – С. 97–106.

13. Дудкин, М.М. Однофазные обратимые преобразователи напряжения для улучшения качества электрической энергии в сетях ограниченной мощности / М.М. Дудкин // Практическая силовая электроника. – 2012. – № 2. – С. 19.

14. Дудкин, М.М. Энергетические характеристики однофазных обратимых преобразователей напряжения с различными законами модуляции / М.М. Дудкин // Практическая силовая электроника. – 2010. – № 38. – С. 25–32.

15. Гельман, М.В. Комплексный автоматизированный стенд для изучения физических основ электроники и преобразовательной техники / М.В. Гельман, Р.З. Хусаинов, М.М. Дудкин, О.Г. Терещина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2007. – № 12 (84). – С. 19–24.

16. Брылина, О.Г. Статические и динамические спектральные характеристики многозонного преобразователя с частотно-широкоимпульсной модуляцией / О.Г. Брылина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Энергетика». – 2013. – Т. 13. – № 1. – С. 70–79.

[К содержанию](#)