



Входная сторона линии правки и нанесения покрытия на полосу из высококачественной кремнистой трансформаторной стали

## Технология контроля и регулирования натяжения полосы в линиях непрерывного отжига

В статье представлен подробный обзор производственного опыта и последних достижений в области автоматического регулирования и управления работой одного из наиболее сложных видов оборудования — линий непрерывного отжига металлических полос.

В частности, рассмотрены методы регулирования натяжения полосы в линиях, используемых для непрерывного отжига и других видов термической обработки, применяемых при производстве полос из электротехнической стали и алюминиевых сплавов для автомобилестроения.

Точность контроля и регулирования натяжения полосы в печах непрерывного отжига — задача первостепенной важности для получения наилучших металлургических и физических свойств

Энрико Деллепьяне, Пьерлуиджи Курлетто, компания Tenova Strip Processing, Генуя, Италия  
 Контакт: [www.tenova.com](http://www.tenova.com)  
 Эл. почта: [enrico.dellepiane@tenova.com](mailto:enrico.dellepiane@tenova.com)

такой легкоповреждаемой продукции, как полосы из алюминия для автомобилестроения, а также из коррозионностойкой стали с улучшенной отделкой поверхности и из высококремнистой трансформаторной стали. В современных линиях непрерывного отжига часто обрабатывают полосы широкого размерного сортамента, что повышает требования к надежному контролю параметров процесса отжига. Компания Tenova разработала современные электромеханические устрой-

ства, а также предложила программное обеспечение их работы и стратегию контроля, которые позволяют с высокой точностью регулировать натяжение полосы в отжигательных печах.

### Высокая точность и стабильность работы механического оборудования

Натяжение полосы в отжигательной печи должно поддерживаться в узком диапазоне с небольшими

отклонениями от заданной величины, в пределах 3 % в установившемся процессе и от 5 до 10 % — на стадиях переходных процессов. Для достижения такой точности требуются сложные механические устройства, в том числе точные исполнительные механизмы, устанавливающие рабочие параметры, и позиционирующие элементы системы регулирования, не выводя их за заданные предельные отклонения. Контроль натяжения важен также для исключения возможных повреждений или искажений формы полосы при перемещении в печи либо колебаний физических свойств, что особенно важно для полос из электротехнических сталей.

Вне печи (особенно, в накопителях полосы) необходимо поддерживать адекватно высокий уровень натяжения полосы, что гарантирует точное ее перемещение по направляющим элементам. На этом участке линии натяжение должно быть бóльшим, чем в печи. Большой градиент натяжения между накопителем и секциями печи достигается с помощью многорольковых натяжных устройств. Специальные программы обеспечивают распределение вращающих моментов между отдельными роликками и точность установки деталей натяжного механизма. В результате достигается поставленная цель — распределение коэффициента трения между отдельными роликками в зависимости от натяжения полосы.

На входной стороне отжигательной печи применяют замкнутую цепь в системе контроля и регулирования натяжения, в которой используют показатели натяжения, измеренные с помощью мессдоз, установленных под подшипниками тензометрического ролика. Такая схема обеспечивает необходимую точность измерений, а также прецизионное регулирование натяжения. Если наблюдаются более чем 20-кратные колебания максимального и минимального уровней натяжения, то срабатывает специальное устройство, переключающее режим работы датчиков на меньшую амплитуду. Такое переключение позволяет повысить точность регулирования.

Для лучшего регулирования натяжения полосы внутри печи необходимо минимизировать неконтролируемые колебания этого параметра. Подобные колебания возникают в основ-

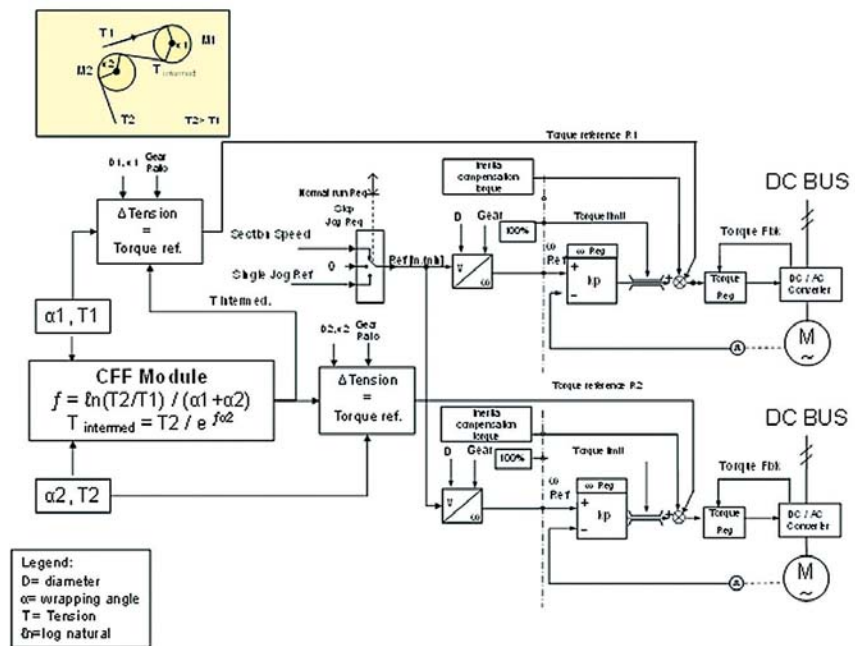


Схема регулирования вращающих моментов в натяжном устройстве



Входная сторона линии непрерывного отжига и поверхностного нагрева алюминиевой полосы, используемой в автомобилестроении

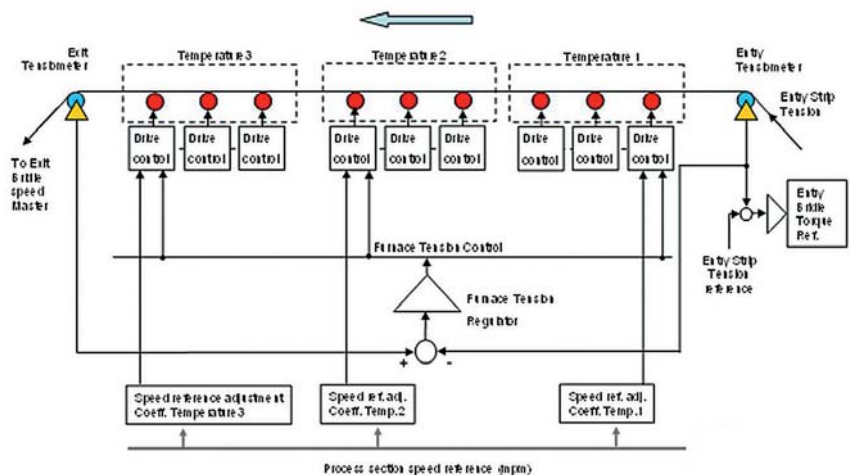


Схема регулирования натяжения в печи

ном в результате изменений рабочей скорости во входной и выходной секциях печи. Для того, чтобы минимизировать перепады скорости, следует тщательно соблюдать режим смены рулонов. Эти операции должны выполняться быстро и в то же время плавно.

Перемещение тележки петлевого накопительного устройства регулируют с учетом создаваемого натяжения, инерционных сил, трения между тележкой и направляющими рельсами, характера перемещения качающихся кулис горизонтальных накопителей. Эти перемещения тщательно измеряют при холодном опробовании накопителя и настраивают на условия оптимальной компенсации при окончательной сдаче оборудования в эксплуатацию. Функция плавного регулирования натяжения предусмотрена и применяется во всех накопительных устройствах.

В узлах натяжных роликов на входе и выходе отжигательной печи контролируют вращающий момент с помощью быстродействующего регулятора скорости, который быстро компенсирует возможные изменения скорости при нарушении стабильных условий процесса. Такая стратегия контроля возводит барьер между печью и остальными участками линии для изолирования печи от воздействия прочих возмущающих факторов, вызывающих изменения натяжения полосы.

### Контроль натяжения полосы в печи

Две независимые схемы контроля обычно предусматривают на входе и на выходе печи, причем обе они обеспечивают одинаковый уровень натяжения. Однако возможно также некото-

рое различие уровней их регулирования для обеспечения необходимого натяжения на выходе печи с учетом требований последующих технологических операций. Дифференциальный контроль достигается благодаря очень точной настройке вращающих моментов внутривалочных роликов, сопоставимых с натяжением, создаваемым натяжными роликами. Основные принципы успешного регулирования натяжения в печи следующие:

- скорость каждого печного ролика непрерывно и независимо регулируется посредством инвертора;
- на протяжении всей длины печи для каждого ролика определена расчетная скорость в зависимости от термического цикла печи, диаметра ролика и общей скорости работы печи;
- входное натяжное устройство создает натяжение на входе печи с учетом показаний входного тензодатчика;
- к каждому ролику прикладывают вращающий момент, учитывающий инерцию и трение; изменения вращающего момента допустимы лишь в узких пределах для избежания пробуксовки роликов и возникновения отпечатков на поверхности полосы;
- любая разница между натяжением на выходе печи (измеренным посредством выходного тензодатчика) и на входе печи служит сигналом для регулирования скорости печного рольганга, чтобы вернуть натяжение на выходе печи к требуемому уровню.

Сведения о натяжении полосы в печи фиксируются анализатором iba-Analyzer. Они характеризуют натяжение в процессе заполнения и опусто-

шения тележки петлевого накопителя полосы, а также на протяжении всего технологического цикла от остановки и запуска выходного участка при смене рулонов. Окончательные результаты оценки технологии регулирования натяжения в такой линии показали, что натяжение полосы в печи не изменяется при колебаниях скорости на выходе. При замедлении, остановке, повторном запуске и ускорении до синхронной скорости натяжение полосы в печи демонстрирует высокую стабильность. Схемы и диаграммы показывают характер натяжения полосы на входе и выходе печи при колебаниях входной и выходной скорости.

### Выводы

Заказчикам в настоящее время требуется высококачественная продукция, например облегченные автомобили, машины с малой энергоемкостью, привлекательная фурнитура. Для получения такой продукции важную роль играют заготовки — металлические полосы высокого качества из алюминия, электротехнической стали и коррозионностойкой стали с улучшенной отделкой поверхности. Чтобы получить высококачественные полосы, необходимо обеспечить стабильное натяжение полосы и контроль скорости ее перемещения при термообработке. На протяжении последних лет компания Tenova разработала специальные программы для решения этих задач. Программное обеспечение разработано в тесном сотрудничестве со специалистами в области оборудования и автоматизации, что позволяет поставлять линии отделки, стабильно производящие высококачественную продукцию.



## Без цепей, без строп, без проблем!

Трубные траверсы фирмы «LUBAS» позволяют перемещать стальные и бетонные трубы любой длины и тяжести, в горячем и холодном состоянии, с гладкой и шероховатой поверхностью. Благодаря применению вакуумной технологии грузы перемещаются с высокой степенью точности и надежности, отпадает необходимость в ремнях и зажимах, исключается возможность проскальзывания. Несмотря на высокую мощность и крупные габариты, траверсы просты в управлении, а в случае необходимости могут работать в полностью автоматическом режиме. Траверсы «LUBAS» - цепкая хватка!

**LUBAS Maschinen**  
 Rostocker Straße 1  
 D-41540 Dormagen | Germany  
 fon +49 (0) 2133 47 71 72  
 fax +49 (0) 2133 4 34 61

Реклама



[www.lubas.de](http://www.lubas.de)