

4. SIMATIC S7-1200 [Электронный ресурс]: // <http://www.siemens.com/simatic/printmaterial> (дата обращения: 30.03.2015).

A.A. KOPESBAYEVA, Y.S. KIM, A.M. AUEZOVA, Z.V. ABDYLINA

Almaty University of Power Engineering & Telecommunications

INTELLECTUAL CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL OBJECTS BASED ON SIMATIC S7-1200 PLC

The proposed structure and the main components of experimental research platform of intellectual control systems of automatic process modern problems. Developed the basic components of a three-tier system of production management. Specified list of technical equipment providing the full spectrum of modern management system of enterprise automation. Developed example of the results of research and intellectual systems on the basis of freely-programmable logic controller Simatic 1200.

Keywords: automation, intellectual systems, freely programmable controller, the control point of data collection, microcontroller, industrial network.

References

1. Kopesbayeva A.A., Kim E.C. Study and implementation of robust controllers for objects with unknown or incomplete mathematical models. Vestnik Almatinskogo universiteta energetiki i svyazi, №2-25, 2014 p. 32-37.
2. Kopesbayeva A.A., Kim E.C. Robust controller based standard function blocks PID_Compact of Tia Portal software by SIEMENS. Vestnik Almatinskogo universiteta energetiki i svyazi, №4-27, 2014 p. 59-65.
3. SIMATIC S7-1200 - new family of microcontrollers [Electronic resource]: // <http://iadt.siemens.ru> (date of access: 30.03.2015).
4. SIMATIC S7-1200 [Electronic resource]: // <http://www.siemens.com/simatic/printmaterial> (date of access: 30.03.2015).

Надійшла 14.04.2015

Received 14.04.2015

УДК 621.771.065:65.011.56

А.А. ШАМРАЙ, главный специалист ООО «ДТЭК Энерго»
Научный центр «Квантум»

МОДЕЛЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО АГРЕГАТА

Исследованы система автоматического управления непрерывным станом холодной прокатки. Разработана адаптивная модель, позволяющая связать функционально зависимые подсистемы автоматического регулирования. Проведена проверка достоверности модели путем сравнения теоретических и экспериментальных данных. Приведен график, отображающий процесс регулирования толщины. Библ. 2, рис. 3.

Ключевые слова: стан холодной прокатки, регулирование толщины, адаптивная модель.

Непрерывный стан холодной прокатки, как объект автоматического регулирования, характеризуется рядом взаимосвязанных регулирующих воздействий и многих возмущающих факторов (изменение твердости и толщины подката, эксцентриситет валков прокатных клетей, изменение коэффициента трения в зоне деформации и т.д.).

В задаче по усовершенствованию функционала регуляторов стана холодной прокатки, главным образом, требуется повысить динамические возможности регуляторов и расширить диапазоны ограничений. А также объединить локальные системы автоматизации в единую систему технологической автоматизации, состоящую из связанных между собой непосредственно (а не через технологический процесс), функционально зависимых друг от друга подсистем.

Для выяснения возможности снижения затрат энергии, проверяли гипотезу, что помимо обжатий, оказывает влияние положение нейтрального сечения, так как энергия на пластическую деформацию расходуется только в зоне отставания, а в зоне опережения полоса возвращает валкам часть ранее затраченной энергии. Поэтому для экономии электроэнергии необходимо сдвигать нейтральные сечения ближе к сечению входа полосы в валки. [1]

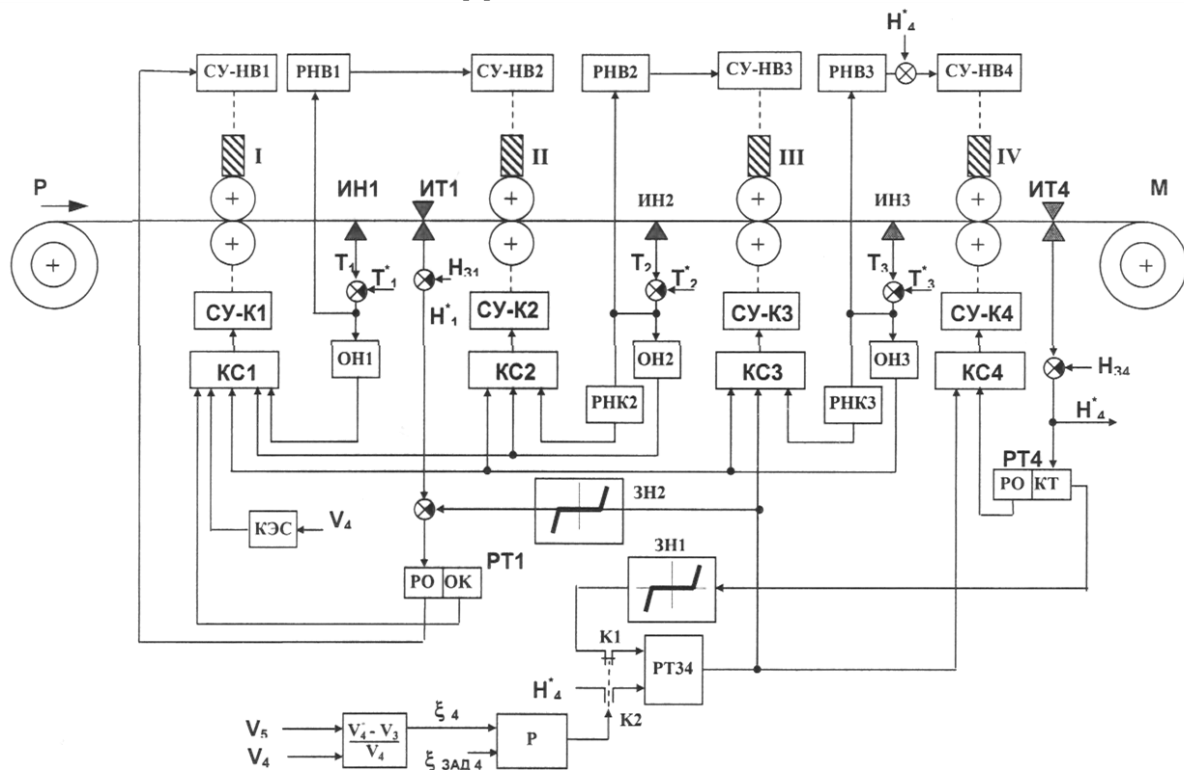


Рисунок 1

На рисунке 1 представлена функциональная схема комплексной системы автоматического регулирования толщины и натяжения стана «17900», где:

СУНВ1 - СУНВ4 – система управления нажимными винтами клетки 1...4; РНВ1 - РНВ3 – регуляторы натяжения с воздействием на нажимные винты последующей клетки; ОН1 – ОН3 – ограничители натяжения; РНК2, РНК3 – регуляторы натяжения с воздействием на предыдущую клетку; РТ1 – регулятор толщины во входной зоне стана; РТ4 – регулятор толщины с воздействием на клетку 4; РТ34 – регулятор толщины с воздействием на клетки 3,4; СУК1 – СУК4 – система управления клетью; КС1 – КС4 – компенсатор стана; КЭС – компенсатор эффекта скорости; ИН1 – ИН3 – измерители натяжения; ИТ1, ИТ4 – измерители толщины.

Математическая модель

Теоретической базой для изменения настроек и связей между регуляторами явилась оригинальная модель взаимосвязанных технологических, энергосиловых и конструктивных параметров многоклетьевого стана холодной прокатки. Математическая модель стана холодной прокатки является адаптивной моделью, величина параметров которой корректируются и уточняются по реальным их замерам в ходе прокатки с привязкой в базе данных к конкретному сортаменту.

Используя адаптивную модель энергоэффективной системы автоматического регулирования (САР) взаимосвязанных технологических, энергосиловых и конструктивных параметров, были рассчитаны оптимизированные режимы работы стана

Для линейной математической модели непрерывного стана справедлива следующая система уравнений:

$$\begin{cases} K_{U_1 T_{12}} \Delta U_1 + K_{U_2 T_{12}} \Delta U_2 + \dots + K_{U_i T_{12}} \Delta U_i + \dots + K_{U_q T_{12}} \Delta U_q = \Delta T_{12} \\ K_{U_1 T_{i,i+1}} \Delta U_1 + K_{U_2 T_{i,i+1}} \Delta U_2 + \dots + K_{U_i T_{i,i+1}} \Delta U_i + \dots + K_{U_q T_{i,i+1}} \Delta U_q = \Delta T_{i,i+1} \\ K_{U_1 T_{q-1,q}} \Delta U_1 + K_{U_2 T_{q-1,q}} \Delta U_2 + \dots + K_{U_i T_{q-1,q}} \Delta U_i + \dots + K_{U_q T_{q-1,q}} \Delta U_q = \Delta T_{q-1,q} \end{cases} \quad (1)$$

где $\Delta U_1, \dots, \Delta U_i, \dots, \Delta U_q$ – приращения управляющих воздействий (сигналов задания регуляторов напряжения якорей или регуляторов скорости двигателей клетей;

$K_{U_i T_{i,i+1}} = \frac{\Delta T_{i,i+1}}{\Delta U_i}$ – соответствующие передаточные коэффициенты.

Решение этой системы уравнений позволяет определить, каковы должны быть управляющие воздействия $\Delta U_i, i=1,2,\dots,q$, чтобы обеспечить заданные изменения межклетевых натяжений.

Для случая, соответствующего абсолютно жесткой механической характеристике. Такая характеристика имеется у привода, снабженного астатическим регулятором скорости. При наличии управляющего воздействия только со стороны изменения скорости приводных двигателей:

$$B_i = \frac{\Delta U_i}{C_{ei} n_{i0}} = \frac{\Delta n_{зад i}}{n_{i0}}; \quad (2)$$

$$\text{при } k < i-1 \quad A_{ik} = -\frac{k_{зк}}{H_{k0}} \prod_{m=k+1}^i \Phi_m - \frac{k_{з,k+1}}{H_{k+1,0}} \prod_{m=k+2}^i \Phi_m; \quad (3)$$

$$\text{при } k=i-1 \quad A_{ik} = -\frac{k_{з,i-0} \Phi_i}{H_{i-1,0}} - \frac{k_{зi}}{H_{i0}} - b_i; \quad (4)$$

$$\text{при } k=i \quad A_{ik} = -\frac{k_{зi}}{H_{i,0}} + b_i; \quad (5)$$

Здесь изменение задающего сигнала регулятора скорости $\Delta n_{зад i}$ соответствует изменению скорости привода на величину $\frac{\Delta U_i}{C_{ei}} = \Delta n_{зад i}$.

Изложенный алгоритм также дополняется другими известными зависимостями, позволяющими приблизить модель к реальному объекту.[2]

Высокая точность модели подтвердилась во время экспериментов и была достигнута за счёт особенностей, которые были учтены при построении САР. Проверку достоверности модели проведена путём сравнения расчётных и измеренных величин потребления электроэнергии. В результате была получена погрешность не превышающая 5-7%, что для таких сложных объектов считается очень высокой точностью.[3]

Для примера приведен регулятор толщины полосы по секундному объёму (PCO) в упрощенном виде. Вариант структурной реализации регулятора представлен на рисунке 2 в виде функциональной схемы PCO с интегральным РТО. Регулятор толщины полосы по секундному объёму позволяет измерять и регулировать толщину прокатываемой полосы без транспортного запаздывания непосредственно в очаге деформации.

Вычисление толщины полосы на выходе из клетки производится по соотношению (3) с использованием показаний измерителя толщины полосы ИТ1, установленного перед клетью, и измерителей скорости полосы ИС1 и ИС2 до клетки и после клетки

$$V_1 * H_1 = V_2 * H_2, \quad (6)$$

$$H_2 = H_1 * \frac{V_1}{V_2} \quad (7)$$

где V_1, V_2 - скорость полосы на входе и на выходе клетки; H_1 - толщина полосы на входе клетки; H_2 - вычисленная толщина полосы на выходе клетки.

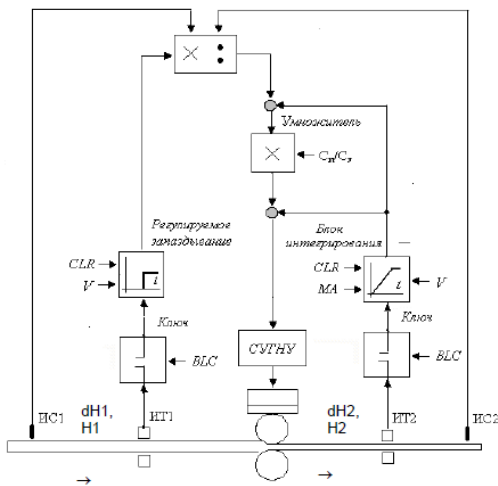


Рисунок 2

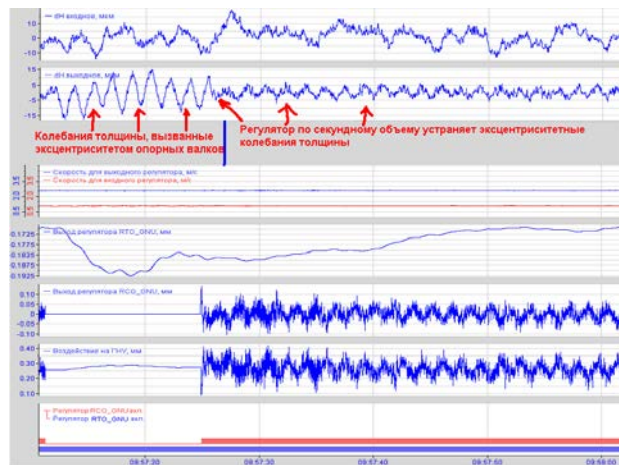


Рисунок 3

Поскольку, измерение выходной толщины ведется по скоростям полосы на входе и выходе клетки, то этот канал регулирования получается быстрым, без транспортного запаздывания, характерного для РТО. Благодаря этому удается устранять быстрые возмущения толщины, вызванные разнотолщинностью и изменением физических свойств подката, а также в значительной степени компенсировать эксцентриситетные колебания собственных опорных валков (см. рисунок 3. осциллограмма снята на стане «1200» ОАО НЛМК при прокатке стальной полосы толщиной 0,74 мм. С включенным РСО при прокатке.).

Результаты эксперимента по настройке регуляторов систем автоматизации стана.

Использование адаптивной модели энергоэффективной САР обеспечивает положительный результат. Моделирование перераспределения обжатий и натяжений приводит к экономии энергии в промежуточных клетях, что перекрывает несколько повышенный расход в последних клетях, приводя в целом по стану к экономии энергии от 4 до 8%.

Использование на уровне управления технологическим процессом мощной мультипроцессорной системы, объединяющей все функции управления и быстродействующие шины, связывающие контроллер технологической автоматизации с интеллектуальной периферией нижнего уровня (включая САР приводов) позволило, в результате объединения систем автоматизации, обеспечить повышение точности поддержания основных технологических параметров прокатки: скорости, натяжения полосы и стабильность процесса прокатки.

Список литературы

1. Гарбер Э.А., Кожевникова И.А., Трайно А.И., Кузнецов В.В., Павлов С.И. Новые методы моделирования процессов холодной прокатки, обеспечивающие улучшение качества холоднокатанных листов, экономию энергии и увеличение скорости непрерывных станов. Машины, технологии, материал, международный журнал. 2007. -№2-3. – с.108-111
2. Дружинин Н.Н. Непрерывные станы как объект автоматизации. М., «Металлургия», 1975, 336с.
3. Шамрай А.А. Система автоматической коррекции скоростного режима непрерывной холодной прокатки полосы металла - Труды XI Международной научно-технической конференции «ПСЭ-2010»– Киев, 2010.

O.A. SHAMRAY

Scientific center «Kvantum»

MODEL OF POWER EFFECTIVE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF THE MULTI-ENGINE INDUSTRIAL UNIT

System of automatic control are investigated by a continuous of cold rolling mill. The being adaptive model, allowing to connect functionally dependent subsystems of automatic control is developed. An inspection of reliability of model by comparison of theoretical and experimental data is carried out. The schedule displaying process of regulation of thickness is provided. References 2, figures 3.

Key words: cold rolling mill, thickness regulation, adaptive model.

References

1. Garber E.A. Novel methods for cold rolling process modeling, proving cold rolled strip quality improvement, energy saving and continuous mill rolling speed increase. Mashiny, tekhnologii, material, mezhdunarodnyy zhurnal. 2007.-№2-3. – page 108-111
2. Druzhinin N.N. Continuous mills as object of automation. Moskva, «Metallurgia», 1975, 336с.
3. Shamray A.A. System of automatic correction of a high-speed mode of continuous cold rolling of a strip of metal - Works XI International scientific and technical conference «PPE-2010»– Kyiv, 2010.

УДК 621.771.065:65.011.56

О.А. ШАМРАЙ, головний спеціаліст ООО «ДТЕК Енерго»

Науковий центр «Квантум»

МОДЕЛЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ БАГАТОДВИГУННОГО ПРОМИСЛОВОГО АГРЕГАТУ

Досліджена система автоматичного управління безперервним станом холодної прокатки. Розроблена адаптивна модель, що дозволяє зв'язати функціонально залежні підсистеми автоматичного регулювання. Проведена перевірка достовірності моделі шляхом порівняння теоретичних та експериментальних даних. Приведено графік, що відображає процес регулювання товщини. Бібл. 2, рис. 3.

Ключові слова: стан холодної прокатки, регулювання товщини, адаптивна модель.

Надійшла 23.04.2015

Received 23.04.2015