

УДК 62-83:621.771

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НАТЯЖЕНИЕМ ПОЛОСЫ СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Е. С. Назарова

Запорожский национальный технический университет
ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, 69063, Украина. E-mail: nazarova@zntu.edu.ua

Исследована система оптимального управления натяжением прокатываемой полосы на примере дрессировочного стана холодной прокатки 1700 ОАО «Запорожсталь». Синтезированная система учитывает переменные технологические параметры, упругие связи первого и второго рода. Исследования проведены с использованием комплекса взаимосвязанных моделей элементов электромеханического оборудования прокатного производства, что обеспечивает сокращение времени и трудоемкости проектных работ при модернизации существующих и проектировании новых систем управления.

Ключевые слова: оптимальное управление, упругие связи, стан холодной прокатки, комплекс взаимосвязанных моделей элементов прокатного производства.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ НАТЯГОМ СМУГИ СТАНА ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ

О. С. Назарова

Запорізький національний технічний університет
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, Україна. E-mail: nazarova@zntu.edu.ua

Досліджено систему оптимального керування натягом смуги, що прокатується, на прикладі дресировального стана холодної прокатки 1700 ВАТ «Запоріжсталь». Синтезована система враховує змінні технологічні параметри, пружні зв'язки першого та другого родів. Дослідження проведено з використанням комплексу взаємопов'язаних моделей елементів електромеханічного обладнання прокатного виробництва, що забезпечує скорочення часу та трудомісткості проектних робіт при модернізації існуючих та проектуванні нових систем керування.

Ключові слова: оптимальне керування, стан холодної прокатки, комплекс взаємопов'язаних моделей елементів прокатного виробництва.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. По мере роста требований к динамическим и статическим показателям электромеханических систем, которые обеспечивают протекание сложных технологических процессов, таких, как прокатка металла, все более существенным оказывается влияние различного рода дестабилизирующих факторов, обусловленных жесткостью элементов кинематических цепей, влиянием переменных момента инерции и толщины прокатываемой полосы на структуру и параметры электромеханических объектов управления.

Целью работы является исследование качества синтезированной системы оптимального управления натяжением полосы прокатных станов с использованием комплекса взаимосвязанных моделей элементов прокатного производства, учитывающих упругие связи и переменные технологические параметры [1].

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Для станов холодной прокатки актуальной является стабилизация натяжения полосы в условиях действия упругих деформаций её длинного вала. Для исследования качества синтезированной системы оптимального управления натяжением полосы стана холодной прокатки [2], алгоритм которой имеет вид

$$U_y = U_{y \max} \text{sat} \frac{g}{m_6} - \left(\frac{\gamma_{06}}{p} + \gamma_{16} \right) (F_C^* - F_C) - \gamma_{26} p F_C - \gamma_{36} p \omega_3 - \gamma_{46} (\omega_1 - \omega_3) - \gamma_{56} p \omega_1 - \gamma_{66} p I_d^*$$

где F_C, F_C^* – реальное и желаемое значения силы натяжения прокатываемой полосы; ω_1, ω_3 – угловые скорости торцов шпинделя; U_y – напряжение на входе управляемого преобразователя питания двигателя моталки М1; $U_{y \max}$ – максимальное на-

пряжение управления преобразователем; I_d – ток якорной цепи двигателя М1; γ_{i6} ($i = 0...6$) – весовые коэффициенты, полученные в результате решения задачи аналитического конструирования оптимальных регуляторов, используя модифицированный принцип симметрии [3], смоделированы внешнее возмущение в виде наброса нагрузки 30 % от номинального момента двигателя клетки в интервале времени с 40 до 60 с (рис. 1), параметрические возмущения, вызванные изменением начального приведенного момента инерции (рис. 2), изменение сопротивления якорной цепи электропривода моталки (рис. 3), изменение начального радиуса рулона (рис. 4). При скачкообразном увеличении и последующем уменьшении нагрузки клетки на 30 % от приложенного номинального момента амплитуда колебаний натяжения полосы увеличилась на 1–2 %, а угловая скорость клетки в интервале времени с 40 с до 60 с уменьшилась на 1–2 %, что допустимо по технологическому процессу [2]. Увеличение начального приведенного момента инерции электропривода клетки в три раза приводит к более затянутым переходным процессам скоростей клетки и моталки, однако на натяжение полосы это не оказывает влияния. Изменение сопротивления якорной цепи электропривода моталки влияет на электромагнитную и электромеханическую постоянные времени, которые определяют значения коэффициентов вспомогательных обратных связей алгоритма управления натяжением полосы. При увеличении сопротивления наблюдается повышение колебательности натяжения при разгоне до заправочной скорости и работе на ней.

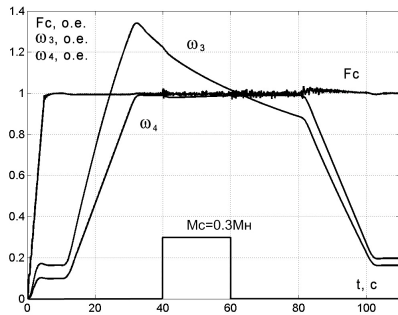


Рисунок 1 – Наброс нагрузки на электропривод клетки $M_c=0,3$ Мн

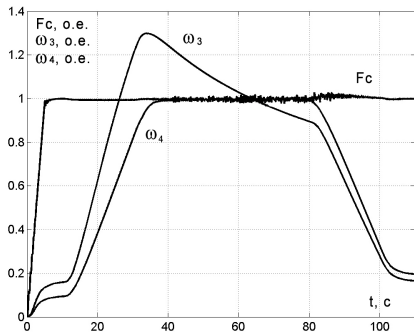


Рисунок 2 – Начальный приведенный момент инерции электропривода клетки увеличен в три раза

При увеличении начального радиуса рулона в два раза, например, при вынужденной остановке прокатки рулона и последующем запуске прокатки того же рулона угловая скорость моталки уменьшается пропорционально радиусу рулона, а натяжение полосы и угловая скорость клетки остаются неизменными.

ВЫВОДЫ. Синтезированная система оптимального управления взаимосвязанными электроприводами моталки и клетки за счет полной наблюдаемости объекта управления, учета влияния переменной угловой скорости смежного электропривода и упругих связей первого и второго рода обеспечивает отработку задающего воздействия без перерегулирования и компенсирует влияние упругостей шпинделя и полосы на динамические характеристики электропривода без увеличения времени переходного процесса с нулевой статической ошибкой. Система является нечувствительной к ряду дестабилизи-

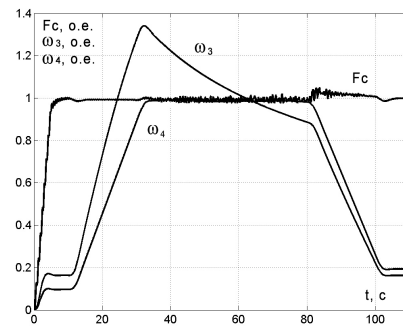


Рисунок 3 – Увеличение сопротивления якорной цепи электропривода моталки в два раза

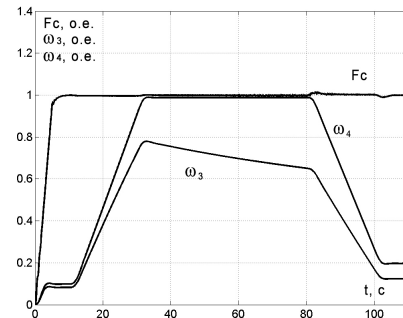


Рисунок 4 – Начальный радиус рулона увеличен в два раза

рующих факторов, что повысит качество управления при применении этой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моделювання електромеханічних процесів в прокатному обладнанні за допомогою бібліотеки підсистем / О.С. Назарова, В.І. Бондаренко, А.В. Пирожок // Електроінформ. – Львів: ЕКОінформ, 2010. – № 2–3. – С. 22–24.

2. Система оптимального управління натяженням прокатываемой полосы стана холодной прокатки / А.В. Садовой, Р.С. Волянский, Е.С. Назарова // Зб. наук. пр. ДонДТУ. – Алчевськ: ДонДТУ, 2011. – Вип. 34. – С. 122–130.

3. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами / А.В. Садовой, Б.В. Сухинин, Ю.В. Сохина. – К.: ИСИМО, 1996. – 298 с.

INVESTIGATION OF OPTIMAL CONTROL TENSION OF THE STRIP COLD ROLLING MILLS

Ye. Nazarova

Zaporizhzhia National Technical University

ul. Zhukovskogo, 64, Zaporozhye, 69063, Ukraine. E-mail: nazarova@zntu.edu.ua

A system of optimal control tension of the rolled strip cold rolling temper mill, taking into account the variable technological parameters and the elastic connection of the first and second kind with the use of complex models of the rolling elements of the electromechanical equipment production.

Key words: optimal control, cold rolling mill, a complex of interconnected models of the rolling elements of production.

REFERENCES

1. Modeling electromechanical processes of rolling equipment by means subsystems library / E.S. Nazarova, V.I. Bondarenko, A.V. Pirozhok // Electroinform. – Lviv: EKOinform, 2010. – № 2–3. – PP. 22–24. [in Ukrainian]

2. Optimal control system of strip tension of cold rolling mill / A.V. Sadovoy, R.S. Voliansky, Ye.S. Nazarova // Zb. nauk. pr. DonSTU. – Alchevsk:

DonSTU, 2011. – Iss. 34. – PP. 122–130. [in Russian]

3. Optimal control systems precision electric drives // A.V. Sadovoy, B.V. Suhinin, U.V. Sohina – K.: ISIMO, 1996. – 298 p. [in Russian]

Стаття надійшла 13.07.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Родькіним Д.Й.