

УДК 621.771.06.004.58+658.512

ДИАГНОСТИРУЮЩИЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Пирожок А.В., к.т.н., доц., Назарова Е.С., асп.

Запорожский национальный технический университет

Супрун А.А, электрик, Маринченко А.Г., мастер

ОАО «Запорожсталь»

69063, г. Запорожье, ул. Жуковского, 64

E-mail: nazarova@mail.zp.ua

Розроблено діагностуючий багатоканальний комплекс дресирувального одноклітьового стана холодної прокатки з тиристорними електроприводами постійного струму, призначений для діагностики та виявлення шляхів усунення аварійних ситуацій.

Ключові слова: холодна прокатка, тиристорний електропривод, діагностика.

It was invented the diagnostic multichannel complex of the training single-stand mill of cold rolling with DC thyristor drives designed for diagnostic and detection of the ways for emergency conditions elimination.

Key words: cold rolling, thyristor drive, diagnostics.

Введение. Современное металлопрокатное производство характеризуется интенсификацией нагрузок на технологическое оборудование, увеличением скорости прокатки, обжатия и т.д. В этих условиях возрастает роль различных систем автоматического диагностирования, контроля и регулирования, обеспечивающих повышение производительности и качества выпускаемой продукции.

При контроле и исследовании технологического процесса выводы об условиях работы оборудования и о характере протекания технологического процесса делаются на основании анализа величин, полученных при измерении его параметров. Под измерением обычно понимают получение и отображение информации о некоторых координатах технологического процесса. Процесс измерения заключается в экспериментальном определении численного соотношения между измеряемой физической величиной и значением, принятым за единицу измерения. Однако, на практике технически трудно контролировать некоторые параметры непосредственно, поэтому при создании достоверной модели прокатного стана их можно вычислять косвенным методом, реализуя на микропроцессорных системах [1].

Анализ предыдущих исследований. Методы измерения линейных перемещений, даже если они имеют малую величину, не представляют больших трудностей и довольно хорошо разработаны [1]. Однако, при измерении электромеханических параметров прокатных станов, известные прямые методы измерения линейных перемещений не могут быть использованы в связи с кратковременностью действия измеряемых нагрузок и необходимостью пере-

дачи сигнала, пропорционального измеряемому электромеханическому параметру, на пульт управления станом или в систему автоматического регулирования. Поэтому при измерении электромеханических параметров при прокатке малые линейные перемещения преобразуют в величину, которую легко усилить и измерить или записать электрическими (электронными) методами. При применении измерительно-диагностирующих приборов обычно одновременно измеряется несколько параметров. Поэтому в качестве указателей используют светолучевые осциллографы, позволяющие одновременно записывать на фотопленку несколько параметров. Результаты измерений получают только после обработки и расшифровки осциллограмм, что существенно замедляет процесс диагностирования прокатки. В [2] описан двухканальный измерительно-вычислительный комплекс ИНД-7681, который получает информацию от специально разработанных датчиков МАД-7681. Однако, в рассматриваемой статье авторы не осветили вопросы, связанные с созданием общего диагностирующего комплекса, позволяющего непрерывно отслеживать работу прокатного стана по нескольким текущим технологическим электромеханическим параметрам, а не только по натяжению.

На сегодняшний день появляется все больше новых микропроцессорных систем, что позволяет также диагностировать и передавать для анализа различные сигналы по информационным каналам. Учитывая развитие микропроцессорных систем управления электроприводами как постоянного, так и переменного тока, появилась возможность созда-

ния общего диагностического многоканального комплекса всего технологического процесса (в частности, дрессировочного прокатного стана), в котором могут контролироваться все доступные электромеханические параметры.

Цель работы. Создание диагностирующего многоканального комплекса дрессировочного одно-клетьевого стана холодной прокатки с тиристорными электроприводами постоянного тока, предназначенного для диагностики, управления, выявления и устранения аварийных ситуаций. Комплекс позволит получить информацию для проверки адекватности новых электромеханических моделей подобных станов.

Материал и результаты исследования. Для уменьшения разнотолщинности металла, получения необходимой поверхностной прочности металла и качественной поверхности полосы производится дрессировка (прокатка с небольшими обжатиями до

1,5 % и относительно высоким коэффициентом трения) полосы, в результате которой происходит упрочнение поверхностного слоя. Дрессировка производится в прямом направлении. Схема размещения оборудования дрессировочного одноклетьевого стана холодной прокатки цеха холодной прокатки №1 ОАО «Запорожсталь» показана на рис. 1. На данном рисунке обозначено: 1- разматыватель; 2 – натяжные ролики; 3 – нажимное устройство; 4 – клеть; 5 – тензометрические ролики; 6 –моталка; 7, 8, 10 – редукторы двигателей разматывающей и наматывающей моталок, натяжных роликов соответственно; 9 – шестеренчатая клеть; 11-14 - двигатели электроприводов разматывающей моталки, натяжного устройства, клетки и наматывающей моталки; ω_1 , ω_2 – угловые скорости разматывателя и моталки; V_1 , V_2 – линейные скорости полосы на входе и на выходе клетки.

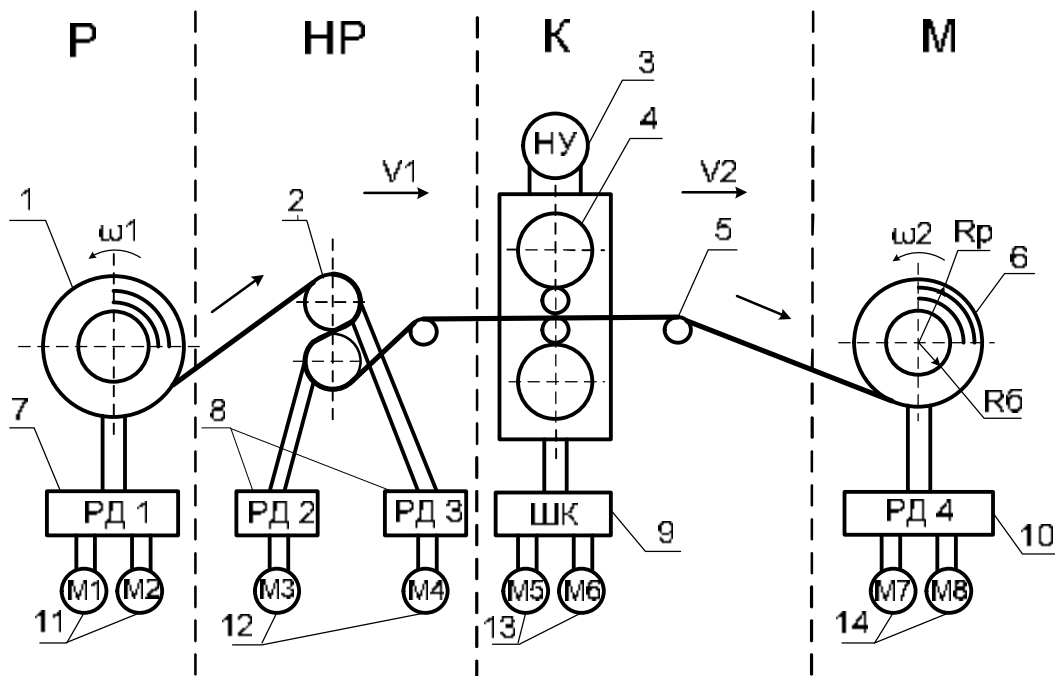


Рисунок 1 – Схема размещения оборудования прокатного стана

Для решения задачи измерения электромеханических параметров в условиях металлопрокатного производства был разработан диагностирующий многоканальный комплекс. Комплекс использует информацию, полученную от датчиков скорости, тока и напряжения. По каждому из четырех электроприводов [3] контролируются такие координаты: напряжение двигателя, ток возбуждения, ток якоря, а также скорость клетки, которая берется с учетом калибровочного коэффициента пропорционально напряжению тахогенератора.

Структурная схема диагностирующего многоканального комплекса приведена на рис. 2., где Р – разматывающая моталка, НР – натяжные ролики, К – клеть, М – наматывающая моталка.

Основные технические характеристики диагностирующего многоканального комплекса приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики диагностирующего многоканального комплекса

Показатель		Значение
1	Число каналов измерения, шт	16
2	Число контролируемых величин, шт	12
3	Напряжение питания от сети переменного (50 ± 1 Гц) тока, В	220
4	Аналоговые входы, напряжение постоянного тока, В	-10...+10

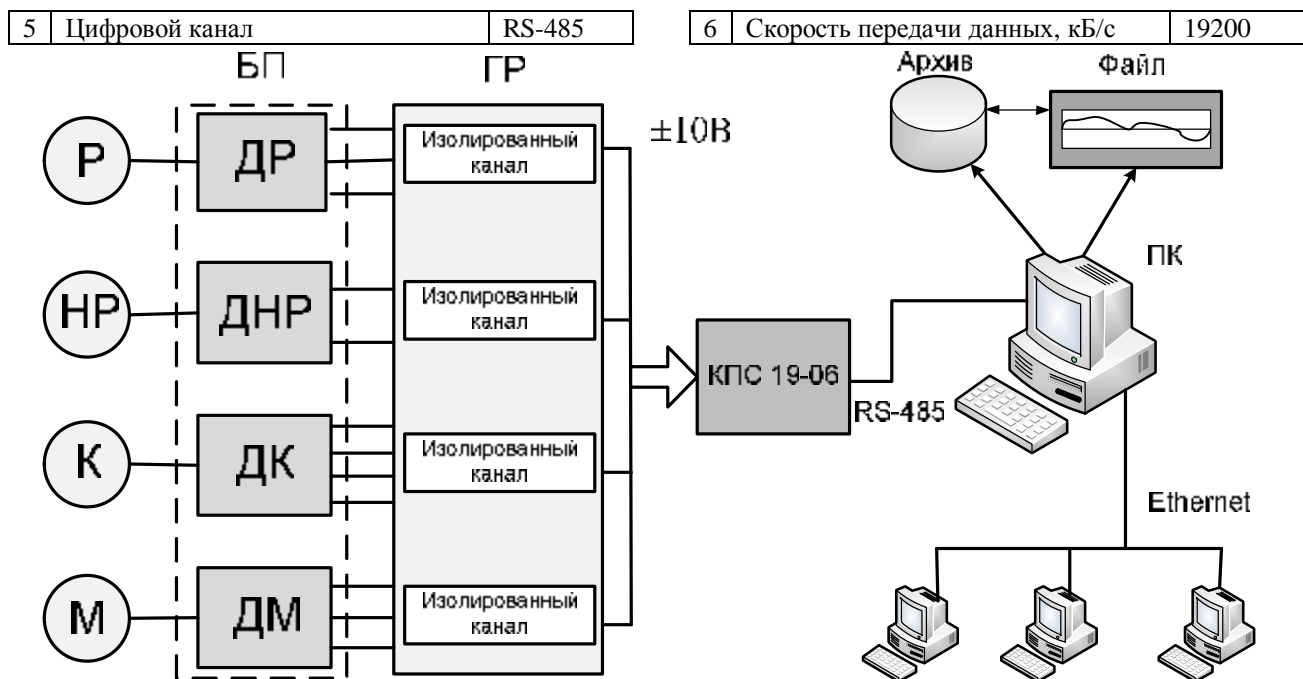


Рисунок 2 – Структурная схема диагностирующего многоканального комплекса

Сигналы с датчиков тока и напряжения поступают в блок преобразования (БП), который представлен делителями напряжения. Далее сигналы поступают на блок гальванической развязки (ГР). На блок аналогового ввода Б16.2 микроконтроллера КПС19-06 (рис. 3) подается стабилизированное постоянное напряжение, равное ± 10 В.

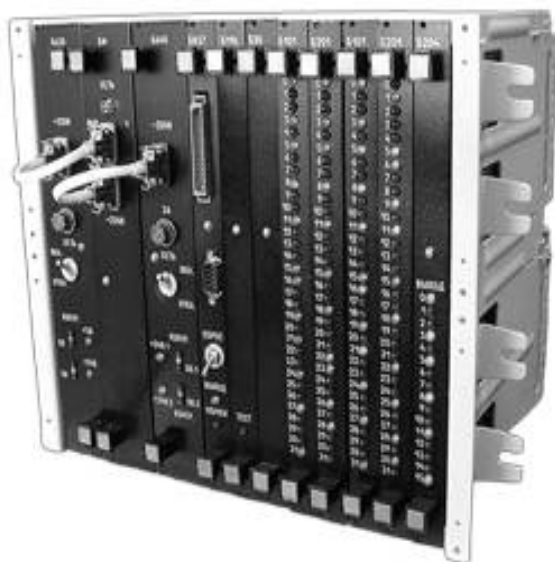


Рисунок 3 – Программируемый контроллер КПС19-06

Контроллер КПС19-06 предназначен для сбора измерительной информации в виде аналоговых сигналов: силы постоянного тока, напряжения постоянного тока. Также возможна предварительная обработка информации и выдачи воздействий на объект управления, которые применяются для построения

автоматизированных систем измерения, контроля, регулирования и управления производственными процессами, технологическими линиями. Это осуществляется по программам, записываемым в запоминающее устройство контроллера с помощью предоставленных потребителю средств программирования и отладки.

Функциональные возможности микроконтроллера КПС19-06 отвечают техническим требованиям, поставленным при разработке диагностирующего многоканального комплекса. Этот модуль имеет достаточно высокое быстродействие процессора и реализует аналого-цифровое преобразование входных сигналов. Благодаря использованию порта Б16.2 возможно подключение всех датчиков диагностирующего комплекса к микроконтроллеру.

Далее сигналы передаются по последовательному каналу связи RS-485 со скоростью 19200 кБ/с на персональный компьютер с операционной системой WindowsXP, где происходит процесс записи текущих значений электромеханических параметров, а также архивация полученных данных. В программируемом контроллере предусмотрены системы программирования и отладки: «РКС» – инструмент технолога, не владеющего языком программирования «АССЕМБЛЕР» (расширенный функциональными блоками); «WINTS» – предназначенная для пользователей, владеющих языками «СИ» и «АССЕМБЛЕР», а также для написания программ со сложными алгоритмами (включающими поддержку сети, последовательного порта и пульта, прерываний).

В нашем случае программное обеспечение комплекса было специально разработано на базе встро-

енной системы микроконтроллера КПС19-06. Для написания программы используются языки программирования Borland Delphi 5.0 и КРОСС-АССЕМБЛЕР ASM51, с помощью которого можно организовать ввод/вывод информации и который имеет целый ряд резервов. Главное меню созданной

программы (рис. 4) содержит как привычные для пользователей возможности открытия файла для просмотра данных, сохранения данных, просмотра значений, печати области значений, так и специфичные, например, импорта данных АСУТП.



Рисунок 4 – Строка меню программы:
а) меню «Файл»; б) меню «Настройка»

Разработанная программа позволяет вводить необходимые названия каналов, калибровать каналы (рис. 5), изменять параметры графиков. Для настройки изображения графиков в программе предусмотрена возможность изменения цвета, толщины линий графика; для удобства исследования кривых

может отображаться сетка и задаваться ее шаг; для исследования графиков в общем виде (без отображения влияния шумов на сигнал) предусмотрена функция усреднения значений. Пользователи программы могут выбирать кривые необходимых сигналов для отображения на координатных осях.

№	Название параметра	Мин. предел	Макс. предел	Вх. значение	Вых. значение	К
1	ток якоря размагнитателя 1 ДР	2147483648,0	2147483647,0	439,00	4,43	99,10
2	ток возбуждения 1 ДР	2147483648,0	2147483647,0	10,88	2,72	4,00
3	ток якоря ДНР	2147483648,0	2147483647,0	386,00	3,24	119,14
4	ток возбуждения ДНР	2147483648,0	2147483647,0	6,88	2,34	2,94
5	ток якоря моталки 1 ДМ	2147483648,0	2147483647,0	1426,67	6,26	227,90
6	ток возбуждения 1 ДМ	2147483648,0	2147483647,0	8,28	2,26	3,66
7	№7	2147483648,0	2147483647,0	1,00	1,00	1,00
8	№8	2147483648,0	2147483647,0	1,00	1,00	1,00
9	ток клетки	2147483648,0	2147483647,0	613,33	1,65	371,72
10	ток возбуждения двигателя клетки	2147483648,0	2147483647,0	25,92	6,41	4,04
11	напряжение размагнитателя 1 ДР	2147483648,0	2147483647,0	241,00	4,56	52,85
12	скорость клетки	2147483648,0	2147483647,0	9,24	3,35	2,76
13	напряжение моталки 1 ДМ	2147483648,0	2147483647,0	112,00	2,34	47,86
14	напряжение клетки	2147483648,0	2147483647,0	472,00	7,67	61,54
15	Канал №15	2147483648,0	2147483647,0	1,00	1,00	1,00
16	Канал №16	2147483648,0	2147483647,0	1,00	1,00	1,00

Рисунок 5 – Окно калибровки регистрируемых параметров

Для детального изучения процессов прокатки разработчиками была специально предусмотрена возможность масштабирования по осям X и Y. Для упрощения восприятия графиков отображаемых сигналов можно использовать функцию, которая по-

зволяет на координатной плоскости подписывать графики тем же цветом, что и кривая графика.

Для визуализации мгновенных значений параметров, отображения их в виде осциллограммы и архивирования существует программа мониторинга,

которая установлена на ПК (сервере) и соединена с диагностическим комплексом через Ethernet.

Данные записываются в файл, который содержит информацию: дату и время измерения; количество сигналов; массив сигналов, - что позволяет удобнее ориентироваться в архиве файлов.

На рис. 6 приведены электромеханические про-

цессы (1 - напряжение клетки, 2 - напряжение моталки, 3 - ток якоря разматывателя, 4 - напряжение разматывателя, 5 - ток клетки, 6 - скорость клетки) при прокатке полосы в нормальном режиме. На рис. 7 приведены аналогичные кривые для случая с аварией – обрывом полосы.

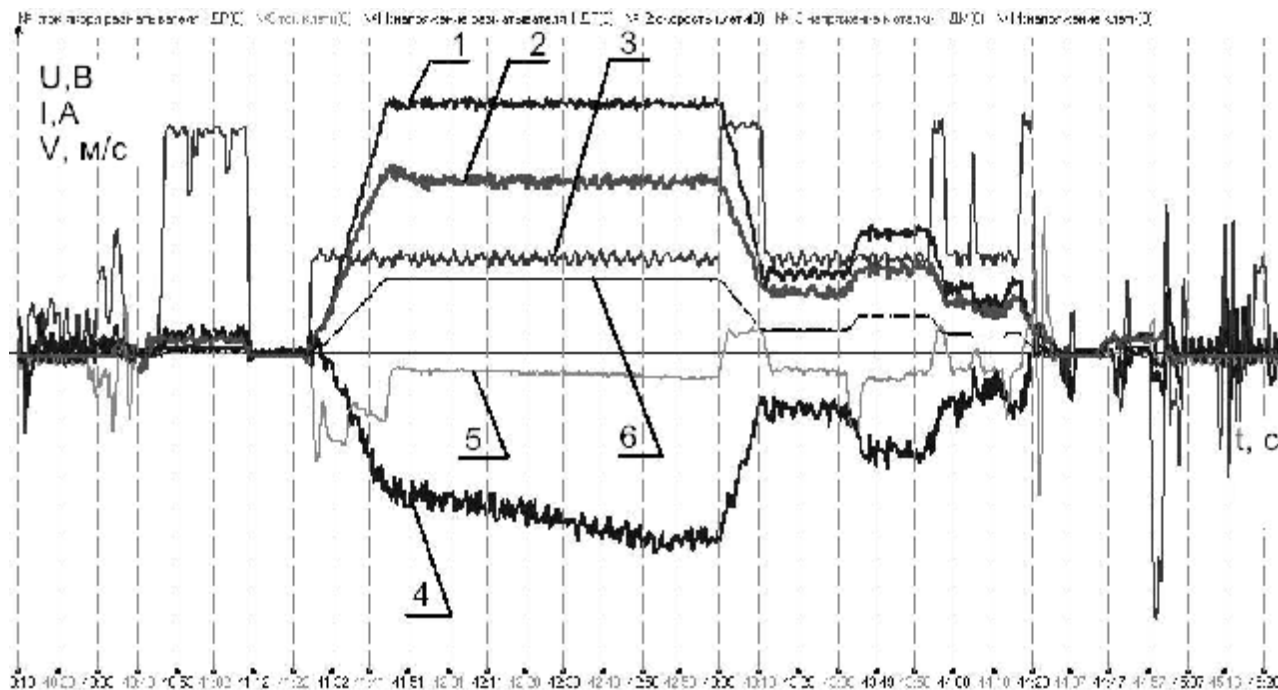


Рисунок 6 – Электромеханические процессы при нормальной прокатке рулона

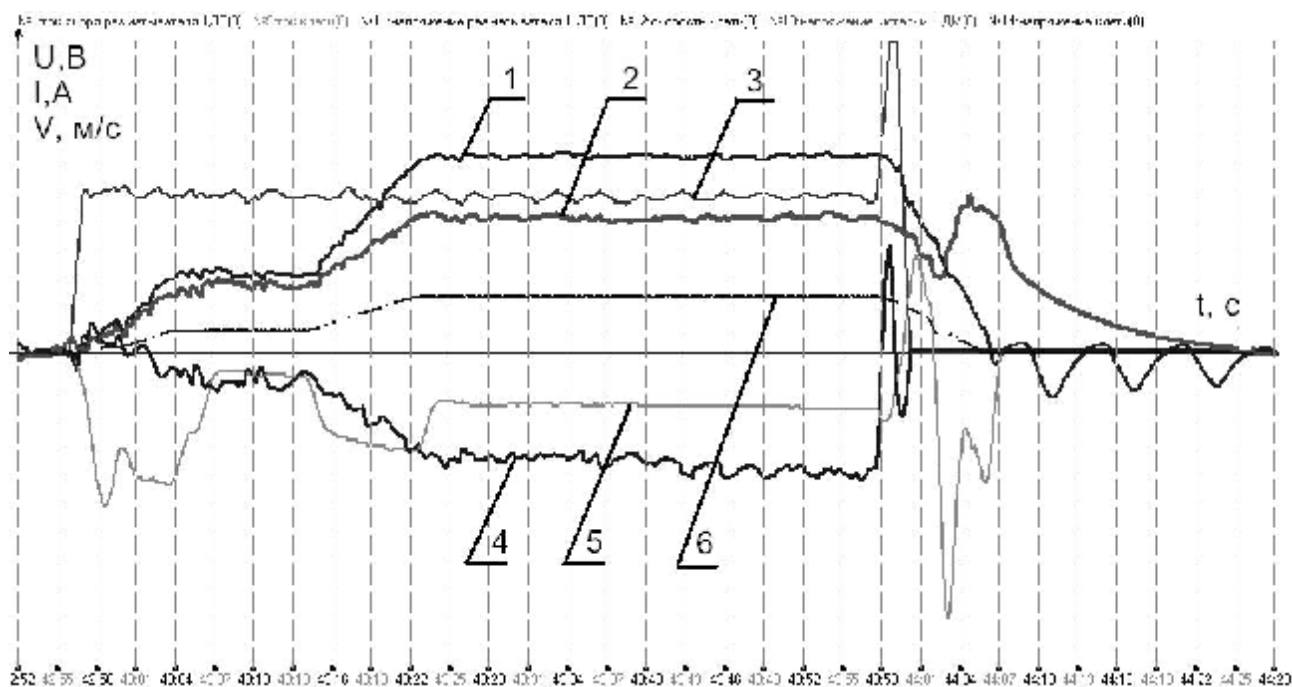


Рисунок 7 – Электромеханические процессы при аварийной прокатке - обрыв полосы

ОАО «Запорожсталь» уделяет внимание оперативности получения информации с производства,

обработке и анализу полученных результатов. На территории ЦХП-1 организована локальная сеть

персональных компьютеров, что позволяет отслеживать изменение текущих значений электромеханических параметров с любого ПК, а также использование архивных материалов для их изучения.

Результаты разработки и анализа полученных результатов диагностирования показали направления исследований, в которых можно выделить следующие основные этапы: анализ технологического оборудования; выявление «проблемных» режимов; исследование режимов прокатки и их совершенствование. С помощью данной диагностики можно оптимизировать настройку систем управления как отдельными каналами регулирования, так и многомерной системой в целом.

Практическая ценность состоит в повышении эффективности процесса управления качеством продукции на этапах освоения и совершенствования производства. Путем использования полной упорядоченной информации и опыта эксплуатации сортовых станов можно формировать технические и технологические решения по модернизации действующего и разработке нового технологического оборудования на станах.

Выводы. 1. Впервые создан диагностирующий многоканальный комплекс, который позволяет визуализировать в реальном времени (а также записывать в архив) графики электромеханических параметров (тока якоря двигателя размотывателя, моталки, клетки; тока возбуждения двигателя размотывателя, моталки, клетки; напряжения размотывателя, моталки; скорости клетки) для процессов прокатки.

2. Точность измерения данных параметров – не превышает 1,5 %; время выполнения одной команды процессором – 0,5 мкс; быстродействие комплекса

в целом – 5 мкс.

3. Комплекс продемонстрировал свою эффективность в качестве инструмента для исследования созданных имитационных моделей прокатных станов. С помощью указанного диагностирующего многоканального комплекса проведены исследования имитационной модели реверсивного одноклетьевого стана холодной прокатки с тиристорными электроприводами постоянного тока (которые показали адекватность разработанной модели реальным процессам, происходящим на дрессировочном одноклетьевом стане 1700-1 [3]).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевакин Ю.Ф., Рытиков А.М., Касаткин Н.И. Технологические измерения и приборы в прокатном производстве. – М.: Металлургия, 1973. – С. 66 – 68.
2. Намазбаев Т., Критский Ю., Лигай В., Нагих В., Рахимова Р., Жуматаев Е. Измерительно-вычислительный комплекс для определения натяжения полосы проката // СТА. – 2003. – №1. – С. 46 – 52.
3. Пирожок А.В., Назарова Е.С. Имитационная модель реверсивного одноклетьевого стана холодной прокатки с тиристорными электроприводами // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2007. – Вип. 3/2007 (44). – Ч. 2. – С. 160-163.

Стаття надійшла 18.04.2008 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.

Родькіним Д.Й.