

8. Усынин Ю.С., Лохов С.П., Григорьев М.А., Шишков А.Н., Белоусов Е.В. Электроприводы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения для станов холодной прокатки труб // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2012. – Вып. 17. – №16(275). – С. 107 – 110.

9. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Шишков А.Н., Гладышев С.П., Горожанкин А.Н. Синтез системы управления электроприводом с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2012. – Вып. 18. – №37(296). – С. 38-41.

УДК 621.771.01

МЕХАТРОННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТОЛСТОЛИСТОВОГО СТАНА 5000 ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

В.Р. Гасияров, А.А. Радионов

*Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет), Россия, г. Челябинск
gasiyarovvr@gmail.com, radionovaa@rambler.ru*

Аннотация

В статье толстолистовой стан 5000 горячей прокатки представлен с позиций автоматизированного технологического комплекса, объединяющего в единую многоуровневую иерархическую структуру системы управления технологическими параметрами и различные технологические мехатронные модули. Приведены структурные схемы отдельных систем управления и технологического комплекса в целом.

Ключевые слова: толстолистовой прокатный стан, автоматизированная система управления технологическим процессом, мехатронная система, система автоматического управления, гидропривод, электропривод.

MECHATRONIC TECHNOLOGICAL COMPLEX OF HOT PLATE MILL 5000

V.R. Gasiyarov, A.A. Radionov

*South Ural State University (national research university), Russia,
Chelyabinsk
gasiyarovvr@gmail.com, radionovaa@rambler.ru*

Abstract

The paper presents a hot plate mill 5000 in terms of automated processing facility, which brings together into a single multi-level hierarchical control system for various process parameters and mechatronic modules. Block diagram of certain control systems and complex process in general are given in the article.

Keywords: heavy plate rolling mill, automated process control system, mechatronic system, automatic control system, hydraulic drive, electric drive.

Внедрение новых и совершенствование эксплуатируемых технологических объектов металлургических предприятий требует их комплексного рассмотрения как сложных проблемно-ориентированных мехатронных комплексов. Управление движением исполнительных механизмов таких объектов по строго заданному технологией алгоритму осуществляется, как правило, многочисленными электро-, гидро- и пневмоприводами, объединенными многоуровневой интеллектуальной системой управления.

Целью настоящей статьи является представление с позиций единого мехатронного комплекса структуры системы автоматизации современного толстолистого стана 5000 горячей прокатки, введенного в эксплуатацию в 2009 году на промплощадке ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Большинство современных автоматизированных технологических комплексов, как правило, состоят из нескольких электро- и гидромеханических систем, которые включают в себя, в том числе, и мехатронные модули. На рис. 1 представлена структурная схема системы слежения за материалом стана 5000. Система имеет многоуровневую иерархическую структуру, во главе которой находится многофункциональный VME контроллер. Данный модуль осуществляет расчеты, связанные с положением каждой заготовки при прокатке от 1 до 6 заготовок в партии одновременно. Опираясь на эти расчёты и показания с датчиков наличия металла, программа формирует задание на каждую секцию двигателей роликов рольганга зоны прокатного стана во всех технологических режимах, таких как транспортировка, охлаждение, осцилляция и др. Также контроллер передает частичное управление рольгангом системам охлаждения и горячей правки для осуществления операций связанных с технологией прокатки толстых листов, при этом слежение за материалом осуществляется непрерывно. САР скорости вращения рольгангом организована по принципу векторного управления.

Особенностью системы слежения является то, что ей подчиняется система автоматизации главным электроприводом, т.е. в контроллере организован интерфейс управления основным контроллером преобразователей главного электропривода келти, который формирует управляющее воздействие на системы управления выпрямителями и инверторами каждого двигателя, а также вспомогательных систем (например, охлаждения транзисторов).



Рис. 1. Структурная схема системы слежения за материалом

Система слежения за материалом тесно связана с системой управления прокатной келти (рис. 2). Локальные системы автоматического управления исполнительного уровня обеспечивают регулирование отдельных технологических координат (скорости вращения валков, межвалкового зазора, профиля и планшетности полосы). САР скорости и положения электроприводов выполнены по известному принципу подчиненного регулирования координат. САР гидроприводов имеют замкнутые контуры управления положением.

Для первоначальной установки зазора между прокатными валками и регулирования толщины в процессе прокатки на стане используется мехатронная система, состоящая из электромеханических и гидравлических нажимных устройств. Система электромеханического позиционирования используется для предварительной установки зазора между рабочими валками и устанавливает межвалковый зазор таким образом, чтобы система гидравлической регулировки зазора всегда находилась в оптимальном рабочем диапазоне и обеспечивала бы-

строе и точное подрегулирование возникающих в процессе прокатки отклонений толщины листа [1, 2].

С целью обеспечения высоких показателей геометрии изготавливаемых листов прокатная клетка снабжена системой смещения рабочих валков и системой изгиба рабочих валков, объединенных на стане в единую мехатронную систему управления профилем и планшетностью листа [3]

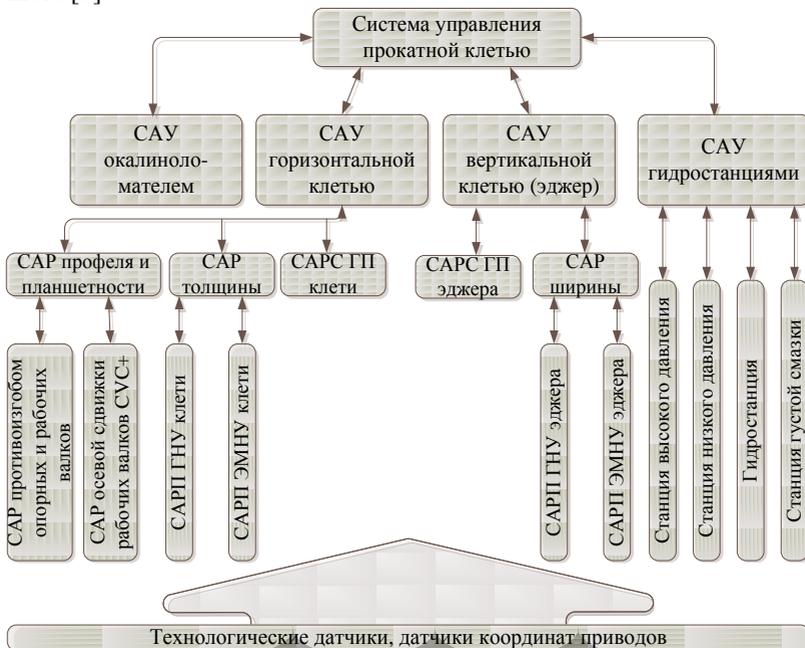


Рис. 2. Структурная схема мехатронной системы прокатной клетки

С целью устранения неплоскостности и поперечной разнотолщинности листового проката используется противоизгиб рабочих валков – механическое воздействие на профили валков в процессе прокатки. Противоизгиб валков осуществляют с помощью гидравлических цилиндров. Усилия гидроцилиндров и давление от нажимных винтов создают изгибающий момент. Приложение того или иного дополнительного изгибающего момента к валкам позволяет изменять профиль бочки валка в процессе прокатки и тем самым регулировать распределение вытяжки по ширине прокатываемой полосы.

Система смещения рабочих валков используется для предварительной установки профиля раствора валков между проходами (без

металла в валках). Смещением валков между пропусками от листа к листу автоматически обеспечивается коррекция износа рабочих валков, в результате чего увеличивается их стойкость.

Система управления прокатной (горизонтальной) клетью формирует сигналы задания для систем автоматического регулирования скорости горизонтальных валков, системы смещения и изгиба прокатных валков. Она же через систему автоматического регулирования толщины формирует сигналы задания для систем автоматического регулирования положения электромеханических и гидравлических нажимных устройств. Следует отметить, что основной задачей системы является контроль толщины листа относительно его центральной оси и компенсация средствами гидравлических нажимных устройств отклонений толщины, вызванных воздействием различных внешних факторов.

Система управления эджером формирует сигнал задания на скорость вертикальных валков и сигнал в систему контроля ширины раската, которая задает положение гидроцилиндров в соответствии с траекторией обжатия, полученной от модели прокатки.

Для исключения образования поверхностных и внутренних трещин раската, остаточных напряжений, а также с целью получения нужных физико-механических свойств металла необходимо использовать систему охлаждения. Из-за неравномерной потери тепла по поперечному сечению проката при его охлаждении и происходящих в нем структурных изменений возникают напряжения, в результате величина их может достичь значений, превышающих прочность металла, поэтому целесообразно применять интеллектуальные системы охлаждения.

Система охлаждения стана 5000 ОАО «ММК» также представляет собой мехатронную технологическую систему, состоящую из подсистем спрейерного и ламинарного охлаждения (рис. 3). Подсистема спрейерного охлаждения характеризуется очень высокими скоростями, достигающими 300-400°С/с, следовательно, реализуемый ею способ охлаждения является закалкой стали с прокатного нагрева, где полнота закалки регулируется продолжительностью выдержки в воде и ее давлением. Подсистема ламинарного охлаждения обеспечивает закалку с последующим режимом самоотпуска с прокатного нагрева, здесь регулирование осуществляется за счет изменения давления воды и скорости прохождения листа через установку. Регулирование давлением воды достигается применением сервоклапанов, регулирование времени прохождения листа по установке осуществляется за счет передачи управления скоростью секций рольганга установки охлаждения от системы слежения за материалом к мехатронной системе охлаждения.

Второй уровень автоматизации, выполняющий тактическую функцию, связывает воедино рассмотренные выше системы [4]. На

этом уровне реализованы математические модели прокатки, охлаждения и правки металла в зависимости от физических и химических свойств стали, тем самым образуя единый технологический комплекс (рис. 4).

В целом система автоматизации стана построена по принципу самонастраивающейся (самообучающейся) системы. Контролируемые координаты измеряются интеллектуальными приборами (профилемерами, тепловизорасми и др.). Полученные измерения система сравнивает с расчетными данными и адаптирует модель прокатки или охлаждения, запоминая каждый цикл.

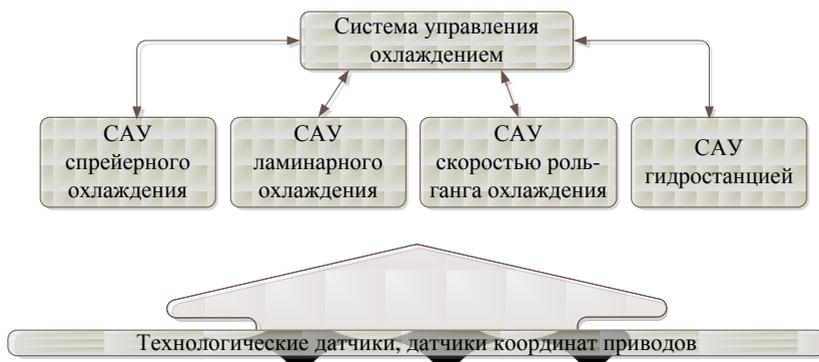


Рис. 3. Структурная схема системы охлаждения

Наивысшим стратегическим уровнем управления является человек. По команде оператора, в соответствии с расчетами на математической модели, блоком задания последовательности осуществляется задание согласованного движения всех исполнительных приводов, а также всех листов металла, находящихся на технологической линии стана [5]. Фактически само устройство задания последовательности подразделено на несколько подустройств, каждое из которых функционирует по своему алгоритму и задействовано на различных логических участках отслеживания.

Для связи между уровнями управления организован специальный интерфейс, осуществляющий также информационный обмен между оператором, системой автоматизации, технологическими датчиками и датчиками координат приводов.

В целом, описанная система позволяет осуществлять прокатку листа толщиной от 8 до 50 мм, шириной от 1600 до 4800 мм и длиной от 6 до 52 м, с минимальной боковой и торцевой обрезью – со средним выходом готовой продукции стана (отношением массы готового листа

к массе сляба) до 93 %.

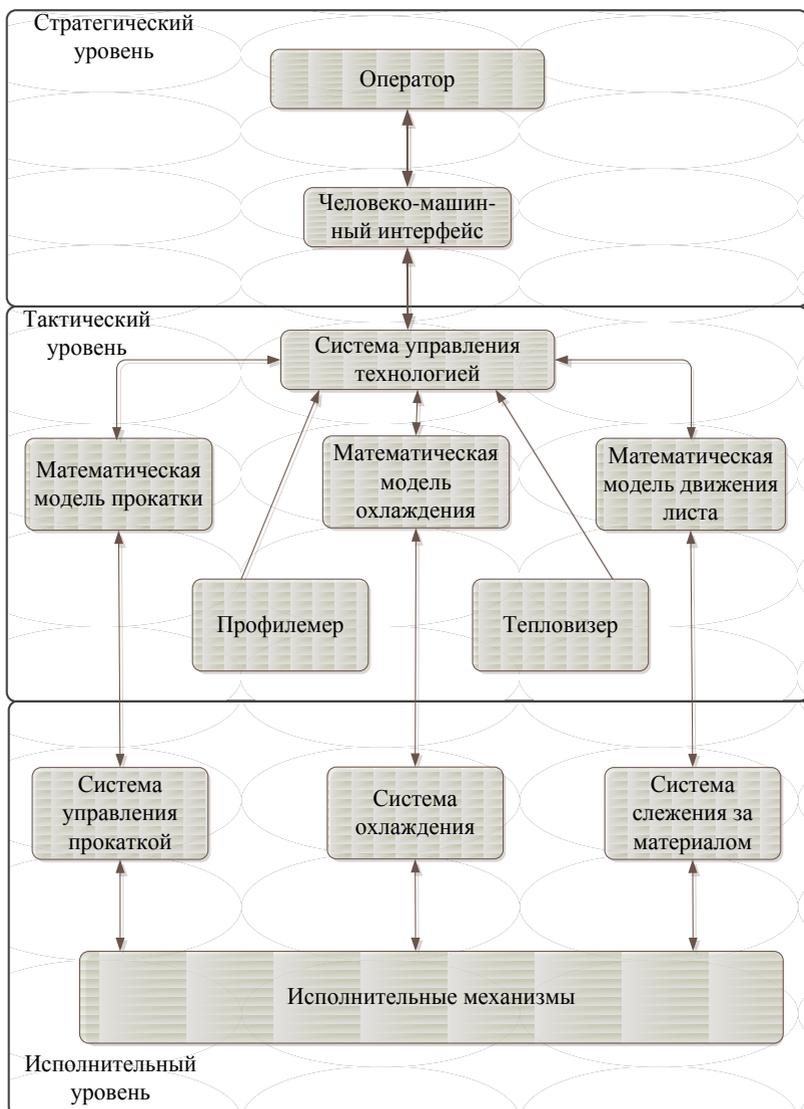


Рис. 4. Структурная схема технологического комплекса стана 5000 ОАО «ММК»

Список литературы

1. Гасияров В.Р., Усатый Д.Ю. Система регулирования толщины проката толстолистового стана 5000 // Автоматизация технологических и производственных процессов в металлургии: Межвуз. сб. науч. тр. под ред. Б.Н. Парсункина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – С. 127-131.

2. Гасияров В.Р., Залогин О.А., Радионов А.А. Системы регулирования толщины, профиля и планшетности полосы на толстолистовом стане 5000 ОАО «ММК» // Сб. трудов межрегион. науч. конф. «Наука и производство Урала». – Новотроицк: НФ МИСиС, 2010. – С. 107-112.

3. Воронин С.С., Усатый Д.Ю. Прогиб валков как параметр, влияющий на поперечную разнотолщинность листа и система управления противоизгибом толстолистовых станов горячей прокатки // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2013. – №1. – С. 51-55.

4. Шиляев П.В., Усатый Д.Ю., Радионов А.А. Автоматизация процесса прокатки толстого листа на стане 5000 // Известия вузов. Электромеханика. – 2011. – №4. – С. 15-18.

5. Гасияров В.Р., Радионов А.А., Радионова Л.В., Усатый Д.Ю. Автоматическое управление геометрией проката на толстолистовом стане 5000 горячей прокатки // Тр. IV Всероссийской мультиконференции по проблемам управления. – Таганрог, 2011. – С. 307-309.