REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227
Volume 2, Number 312 (2017), 62 – 77

S.A. Mashekov[1], D.B. Akpanbetov[1], B.N. Absadykov[2], Ye.Z. Nugman[1], M.L. Rakhmatulin[1], A.I. Poleshhuk [1], A.S. Mashekova[1]

[1]K.I. Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty;
[2]A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Almaty
mashekov.1957@mail.ru, b_absadykov@mail.ru

SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF THE SPEED OF ROLLING STRIPS ON A MULTIFUNCTIONAL LONGITUDINAL-WEDGE MILL FOR HOT AND COLD ROLLING

Annotation. This article proposes a multifunctional longitudinal-wedge mill (LWM) of a new design for rolling thin strips. An automated system for the LWM which allows adjusting the rolling speed has been created. Automatic control of the speed of rolling strips is made at a given speed of the strip at the output of the last stand, the modes of reduction in the stands, and the law of constancy of second volumes. The speed of the strip in each stand is calculated and the speed of rotation of the rolls is set taking into account the advances. It is proved that the automated electric drive of a multifunctional longitudinal-wedge mill directly participating in the technological processes of rolling of thin strips is reliable, easy-to-use equipment that allows obtaining thin high-quality strips.

Keywords: multifunctional longitudinal-wedge mill, rolling, thin strips, automated electric drive, asynchronous motor, frequency converter.

С.А.Машеков[1], Д.Б. Акпанбетов[1], Б.Н.Абсадыков[2], Е.З. Нугман[1], М.Л. Рахматулин[1], А.И. Полещук[1],А.С.Машекова[1]

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы;
[2]Институт химических наук имени А.Б. Бектурова, г. Алматы

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ПРОКАТКИ ПОЛОС НА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОМ СТАНЕ ГОРЯЧЕЙ И ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Аннотация. В статье для прокатки тонких полос предложен многофункциональный продольно-клиновой стан (ПКС) новой конструкции. Для ПКС создана автоматическая система, позволяющая регулировать скорость прокатки. Автоматическое регулирование скорости прокатки полос производится по заданной скорости полосы на выходе из последней клети, режимов обжатий в клетях и закона постоянства секундных объемов. При этом вычисляется скорость полосы в каждой клети и, с учетом опережений, находится и задается скорость вращения валков. Доказано, что автоматизированный электропривод многофункционального продольно-клинового стана, непосредственно участвующий в технологических процессах прокатки тонких полос, является надежным, простым в эксплуатации оборудованием, позволяющим получить тонкие высококачественные полосы.

Ключевые слова: многофункциональный продольно-клиновый стан, прокатка, тонкие полосы, автоматизированный электропривод, асинхронный двигатель, преобразователь частоты.

Сегодня основным направлением повышения качества холоднокатаных полос является обеспечение минимальной продольной и поперечной разнотолщинности, а также планшетной формы полосы [1]. В настоящее время для прокатки полос с заданной толщиной и планшетностью ведутся работы, направленные на создание новых способов прокатки, новых конструкций прокатного оборудования и валковых систем, разработку автоматических систем управления качеством прокатываемых полос. Исследованы следующие факторы, приводящие к нарушению планшетности листового металла: поперечная разнотолщинность подката, неравномерность обжатия по ширине очага деформации, вызванная упругим изгибом валковой системы, тепловой выпуклостью валков, сплющиванием и износом бочек валков, и др.

Известно, чтопродольная и поперечная разнотолщинностьи планшетность прокатываемых полос во многом зависят от скоростного режима прокатки, режимов обжатий, натяжений, а также усилий прокатки [2]. На данные параметры также влияют технологические параметры, такие как форма подката, марка стали, температура металла, шероховатость поверхности заготовки и валков, упругая деформация клетей и валков и т.д.

Анализ опыта применения непрерывных станов листового проката показал, что в большинстве случаев алгоритмы системы автоматического регулирования скорости прокатки полос не позволяют точно определить скорость полосы [3]. При этом уменьшение и увеличение усилий прокатки и упругих деформаций валковприводят к колебанию величины натяжений. В итоге возрастает продольная и поперечная разнотолщинность, а также нарушается плоскостность полос.

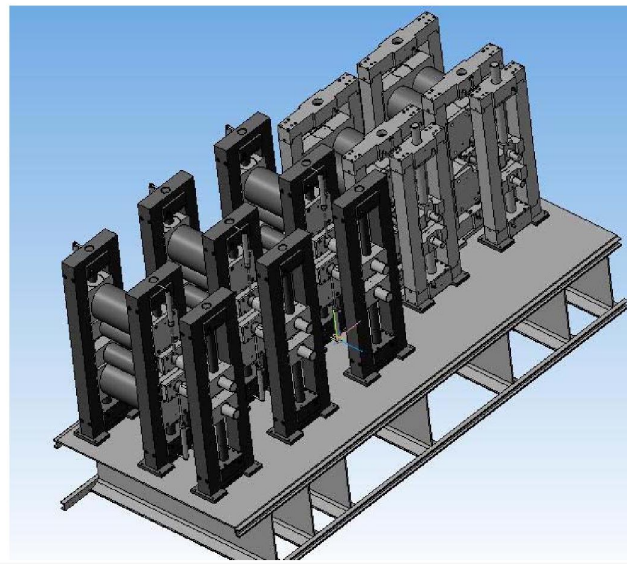
По нашему мнению, лучшим методом регулированияпоперечнойразнотолщинности и планшетности является создание стана с рациональной конструкцией и автоматическим управлением скоростью прокатки. В связи с этим нами для прокатки тонких полос с точными геометрическими размерами разработан новый многофункциональный пятиклетевой ПКС несложной конструкции [4].

Многофункциональный ПКС для прокатки листов из сталей и сплавов содержит: электродвигатели, редукторы, шестеренные клети, универсальные шпиндели, муфты, клети с рабочими и опорными валками (рисунок 1). При этом в первых трех клетях установлены два, а в последних двух клетях – четыре опорных валка. Вращение уменьшающихся в направлении прокатки рабочих валков осуществляется через подшипниковые клети пятью мотор-редукторами с угловой скоростью $\omega = \upsilon \cdot R$ (где υ – скорость прокатки в каждой клети стана; R – радиус рабочих валков в каждой клети стана). При этом расстояния между клетями увеличены на величину опережения, а регулировку расстояния между рабочими валками производят едиными червячными нажимными механизмами, расположенными сверху и снизу станин стана и подшипниковых клетей.

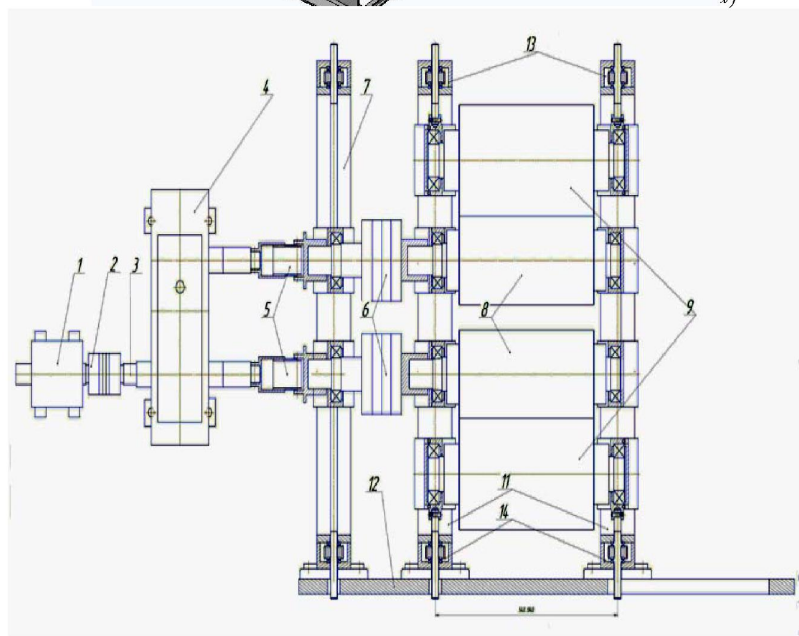
Следует отметить, что неприводные опорные горизонтальные валки клетей с рабочими валками образуют впервых двух клетях универсальные четырехвалковые, а в последних двух клетях –шестивалковые клети. Шестивалковые клети с четырьмя опорными и двумя рабочими валками позволяют отрегулировать и ликвидировать неточности всего процесса прокатки тонких полос.

Создаваемая для продольно-клинового стана система автоматического регулирования скорости прокатки полос должна по заданной скорости полосы на выходе из последней клети, режимов обжатий в клетях и закона постоянства секундных объемов вычислить скорость полосы в каждой клети, а после этого, учитывая опережения, найти и задать скорости вращения валков. Следовательно, основной функцией создаваемой системы автоматического регулирования скорости прокатки является настройка скоростного режима и межклетевого натяжения непрерывного стана.

Следует отметить, что энергосиловой основой технологического процесса прокатного производства является электропривод. Вместе с тем, электропривод является главным оборудованием автоматизации технологического процесса прокатки.



а)



б)

1- мотор-редуктор; 2 – муфта; 3 – вал; 4 - шестеренная клеть; 5 и 6 – шпиндели; 7 - подшипниковая клеть; 8 - рабочие валки; 9 (первых трех клетей) и 10 (последних двух клетей, не показаны) – опорные валки; 11 – станина; 12 - опорные плиты; 13 и 14 - нажимные механизмы

Рисунок 1 – Многофункциональный продольно-клиновой стан (*а*) и конструкция его рабочих клетей (*б*)

В настоящее время вомногих приводахпрокатных станов используют двигатели постоянного тока с питанием от тиристорного преобразователя частоты [5]. Замыкание обратной связью позволяет поддерживатьнеобходимые скорости при переменной нагрузке. Использование данных двигателей позволяет получить листовой прокат требуемого качества. При этом применение регулируемых приводов с асинхронными двигателями приводит к уменьшению эксплуатационных затрат, увеличению перегрузочной способности и снижению требования к среде эксплуатации.Однако двигатели постоянного тока сложны в эксплуатации и обслуживании. Наличие коллектора приводит к затруднению их применения внеблагоприятных средах.

Следует отметить, что весьма распространенным видом электрических машин является асинхронный двигатель. Это связано с тем, что данный двигатель имеет простую конструкцию и большую надежность.

Стабилизация скорости вращения валков клетей, т.е. регулирование скорости двигателей приводов стана является одной из важных задач автоматизации станов с индивидуальным электроприводом прокатных валков. Для стабилизации скоростного режима прокатки полос возможноприменить регулируемый асинхронный электропривод с частотнымпреобразователем.

В проектируемом продольно-клиновом стане применяются асинхронные двигатели. Специалистам известно, что такие электродвигатели просты в эксплуатации,обслуживании и ремонте. Главным недостатком таких двигателей является большой пусковой ток, невозможность плавного регулирования скорости вращения. В схеме управления скоростного режима прокатки проектируемого стана предусмотрена работа пяти двигателей с преобразователем частоты (ПЧ1, ПЧ2, ПЧ3, ПЧ4, ПЧ5), способным плавно регулировать частоту вращения двигателя. Следует отметить, что частотный преобразовательможет создавать условия прокатки, при которой асинхронный двигатель приобретает регулировку частоты вращения с небольшими потерями КПД двигателя (несущественными для работы в целом).

Управление электроприводом клетей продольно-клинового стана включает в себя пуск электродвигателя в работу, выход на заданную скорость вращения, остановку электродвигателя (рисунок 2). Для заданного управления приводами применяются устройства согласования, а так же тахометры, датчики вибрации. Для защиты электродвигателей от перегрузок и перегревов применяются автоматические выключатели, предохранители и тепловые реле.

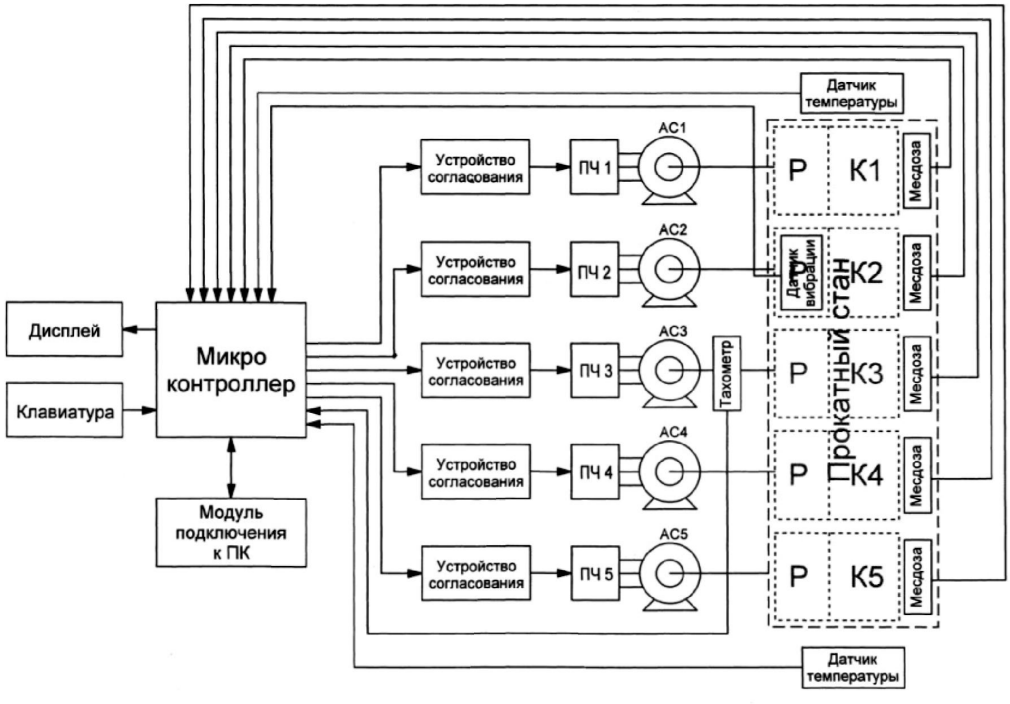


Рисунок 2 – Схема управления прокатным станом

Включение двигателей АС1-АС5 осуществляется за счет системы управления микроконтроллером, отображающим необходимую информацию с заданными и выходными параметрами на дисплее системы. Задав технологические режимы прокатки с помощью клавиатуры, производят пуск системы. Для корректировки необходимых параметров с помощью клавиатурных кнопок управления осуществляются необходимые изменения, которые, в свою очередь, передаются на систему микроконтроллера. От последнего через устройство согласования происходит корректировка вращения электродвигателями и системой нажимного механизма. Частота вращения регулируется за счет системы тахометров и заранее заложенных в микроконтроллер