

Автоматизированное управление осепрокатным станом

Рассмотрены функции автоматизированной системы управления рабочей клетью осепрокатного стана, приведена структурная схема комплекса технических средств, проанализированы основные принципы построения системы.

Ключевые слова: осепрокатный стан, автоматизированная система управления, экономическая эффективность

Актуальность проблемы. Во многих отраслях машиностроения требуются в большом количестве детали круглого сечения, диаметр которых по длине меняется (полуоси для автомобилей, различные ступенчатые валы и т. д.). Прокатка этих деталей осуществляется на трехвалковых осепрокатных станах. Повышение точности геометрических размеров проката и производительности этих станом является актуальной проблемой [1].

Изложение основного материала. Осепрокатному стану «250» Днепровского металлургического комбината им. Дзержинского – единственному в Украине стану по производству катаных осей – исполнилось 35 лет. Аналогичного производства сплошных черновых осей подвижного состава железнодорожного транспорта на территории бывшего СССР и в мире не существует [2]. Основной сортамент стана «250» поперечно-винтовой периодической прокатки составляют черновые сплошные вагонные оси, заготовки профильные для тепловозных осей, оси черновые сплошные для тележек, а также круглые заготовки диаметром от 130 до 230 мм. В настоящий момент осепрокатный цех может производить порядка 30 разных видов осей.

Последние годы осепрокатный цех ввиду экономической целесообразности работает «эпизодически» – прокатывает уже полученные заказы и часть заготовки на перспективу, останавливается под накопление металла. Этот ритм работы позволяет в период функционирования стана давать ему максимальную нагрузку, при которой наиболее эффективно используются производственные мощности, исходные материалы и энергоносители, а в периоды простоев дает возможность проводить планово-предупредительные работы по профилактике оборудования, ремонты административно-бытовых и производственных помещений и т. д. За последние пять лет внутренний рынок Украины и рынок потребления осей на территории бывшего СССР начал оживляться, постепенно стали расти объемы заказов на осевую заготовку.

Стан функционирует следующим образом. Три рабочих валка приводятся во вращение через универсальные шпиндели и прокатывают находящуюся между ними заготовку. Одновременно заготовка перемещается в направлении своей оси, так что зону

деформации в валках последовательно проходят все сечения заготовки по длине. Нажимные механизмы во время прокатки меняют положение рабочих валков, синхронно приближая или удаляя их от оси изделия. Режим работы гидравлического привода нажимного механизма задается копиром в зависимости от длины выходящего из валков конца заготовки, чем достигается полная автоматизация получения профиля заданной периодичности сечения по длине. Рабочие валки стана имеют дисковую или коническую форму. Заготовка прокатывается при наличии значительного осевого натяжения, создаваемого гидравлическим цилиндром. Технические характеристики стана [3] представлены в таблице.

Заготовки подаются рольгангом через установку гидросбива окалины [4] к передаточному устройству, которое направляет их на приемный стол, откуда последние скатываются в желоб стана. С приемного желоба через проводку закрытого типа заготовку

Технические характеристики стана

Наименование параметра	Значение
Характеристика заготовки: диаметр, мм, не более длина, мм, не более	290 2400
Характеристика готового профиля: диаметр, мм, не более длина, мм, не более	270 3100
Энергосиловые параметры: давление масла на валок, тс, не более длительно действующий крутящий момент на одном валке, тс.м, не более натяжение при прокатке, тс, не более	120 7 60
Скоростные параметры: число оборотов валков, об/мин скорость выхода проката, м/мин угол подачи валков, град	40...80 4...8 4...6
Энергетические параметры: мощность главного привода, кВт род тока главного привода давление масла в гидросистеме стана, Мпа (кгс/см ²) давление масла в системе перевалки, Мпа (кгс/см ²) давление воздуха в пневмосистеме стана, Мпа (кгс/см ²)	1350 постоянный 2...10(20...100) до 20(до 200) 0,4...0,6(4...6)

подают заталкивателем к рабочим валкам. При выходе из валков передний конец заготовки захватывает автоматический зажим тележки натяжения.

По мере продвижения тележки подается сигнал к валкам от копировальной линейки через следящую систему стана, в результате чего валки перемещаются по заданной программе. При этом происходит формирование профиля готового изделия. Профиль копировальной линейки зеркально соответствует профилю готового изделия.

После выхода из клетки профильное изделие выталкивают из автоматического зажима тележки натяжения и передают люнетом на транспортную тележку. Транспортная тележка перемещает готовый профиль к сталкивателю или передаточному устройству за станом. Оттуда попадает на транспортер готовой продукции, далее к пилам горячей резки, а затем – на холодильник для охлаждения до температур ≤ 520 °С. После охлаждения на холодильнике оси подвергают нормализации при температурах 840-870 °С в течение 3-х часов с горячего посада (>350 °С) и 3,5 ч с холодного (<350 °С) посада. Все оси подвергают ультразвуковой дефектоскопии.

Работа по улучшению качества осей и снижению количества брака ведется в цехе постоянно и планомерно. Используются в этом направлении все скрытые резервы. Многие проблемы повышения качества прокатной продукции могут быть решены путем внедрения автоматизированной системы управления станом.

Модернизация стана «250» и оснащение его автоматизированной системой управления были включены в планы технического перевооружения Днепропетровского металлургического комбината им. Дзержинского, но по объективным причинам пока перенесены на более поздние сроки.

Описанные ниже технические решения по созданию автоматизированной системы управления рабочей клетью осепрокатного стана «250» (АСУ РК) были разработаны в соответствии с требованиями «Технического задания на разработку автоматизированной системы управления рабочей клетью стана «250» осепрокатного цеха».

АСУ РК предназначена, для управления процессом горячей поперечно-винтовой прокатки профильных заготовок для вагонных и тепловозных осей, периодических профилей другого назначения, а также круглой заготовки.

Целью создания АСУ РК является:

- повышение точности и стабилизация геометрических размеров проката;
- увеличение производительности стана за счет сокращения времени его перестройки на новый типоразмер;
- регламентация режимов прокатки в соответствии с сортаментом и типоразмерами прокатываемой продукции на стане с целью повышения надежности функционирования оборудования стана;
- увеличение срока службы оборудования стана за счет использования современной техники с высокими надежностными характеристиками.

АСУ РК реализует следующие управляющие функции:

– управление положением валков для формирования осевой заготовки заданной формы и геометрических размеров;

– управление скоростью тележки натяжения в функции длины и заданной формы осевой заготовки.

АСУ РК реализует следующие информационные функции:

– хранение библиотеки параметров прокатки («электронная копировальная линейка») для всей номенклатуры сортамента, прокатываемого на стане;

– оперативный выбор параметров прокатки осевой заготовки, определяемых наряд-заданием;

– оперативное создание новых библиотек параметров прокатки при освоении новых сортаментов;

– формирование таблиц профилей копировальных линеек для всей номенклатуры сортаментов;

– измерение в потоке геометрических размеров (диаметров и длин по участкам) осевых заготовок;

– формирование по результатам измерения геометрических размеров данных для оперативной коррекции библиотеки параметров прокатки текущего сортамента (при необходимости);

– контроль положения валков и тележки натяжения;

– контроль давления в гидроцилиндре заталкивателя и в гидроцилиндрах валков (в общей магистрали и в магистрали каждого цилиндра);

– контроль температуры осевой заготовки в зоне измерителя геометрических размеров;

– контроль давления воздуха в системе охлаждения и обдува датчиков измерителя геометрических размеров;

– формирование и выдачу на монитор вальцовщика геометрических размеров осевых заготовок текущего сортамента;

– формирование и выдачу на монитор оператора стана видеокладов, отображающих ход технологического процесса и состояние основных механизмов клетки, а также состояние датчиков технологической информации и других устройств и компонентов системы;

– формирование, архивирование на машинных носителях и печать (в конце каждой смены или по запросу) протоколов прокатки.

В состав автоматизированной системы управления рабочей клетью осепрокатного стана «250» (рис. 1) входят измеритель геометрических размеров осевых заготовок (рис. 2), комплект датчиков технологической информации, средства вычислительной техники, средства человеко-машинного интерфейса, вспомогательное оборудование.

Измеритель геометрических размеров [5] обеспечивает заданные техническим заданием заказчика погрешности измерения диаметров ($\pm 0,5$ мм) и длин ($\pm 1,0$ мм для длин до 1000 мм, $\pm 2,0$ мм для длин от 1001 до 2000 мм, $\pm 3,0$ мм для длин свыше 2001 мм) участков осевых заготовок. В состав измерителя входят лазерные триангуляционные датчики, пирометр и вычислительное устройство. Последнее, по информации лазерных датчиков и пирометра, вычисляет геометрические размеры осевой заготовки в разных сечениях при текущей температуре и при 20 °С и передает эти данные в АСУ РК. Одновременно информация о геометрических размерах осевых заготовок,

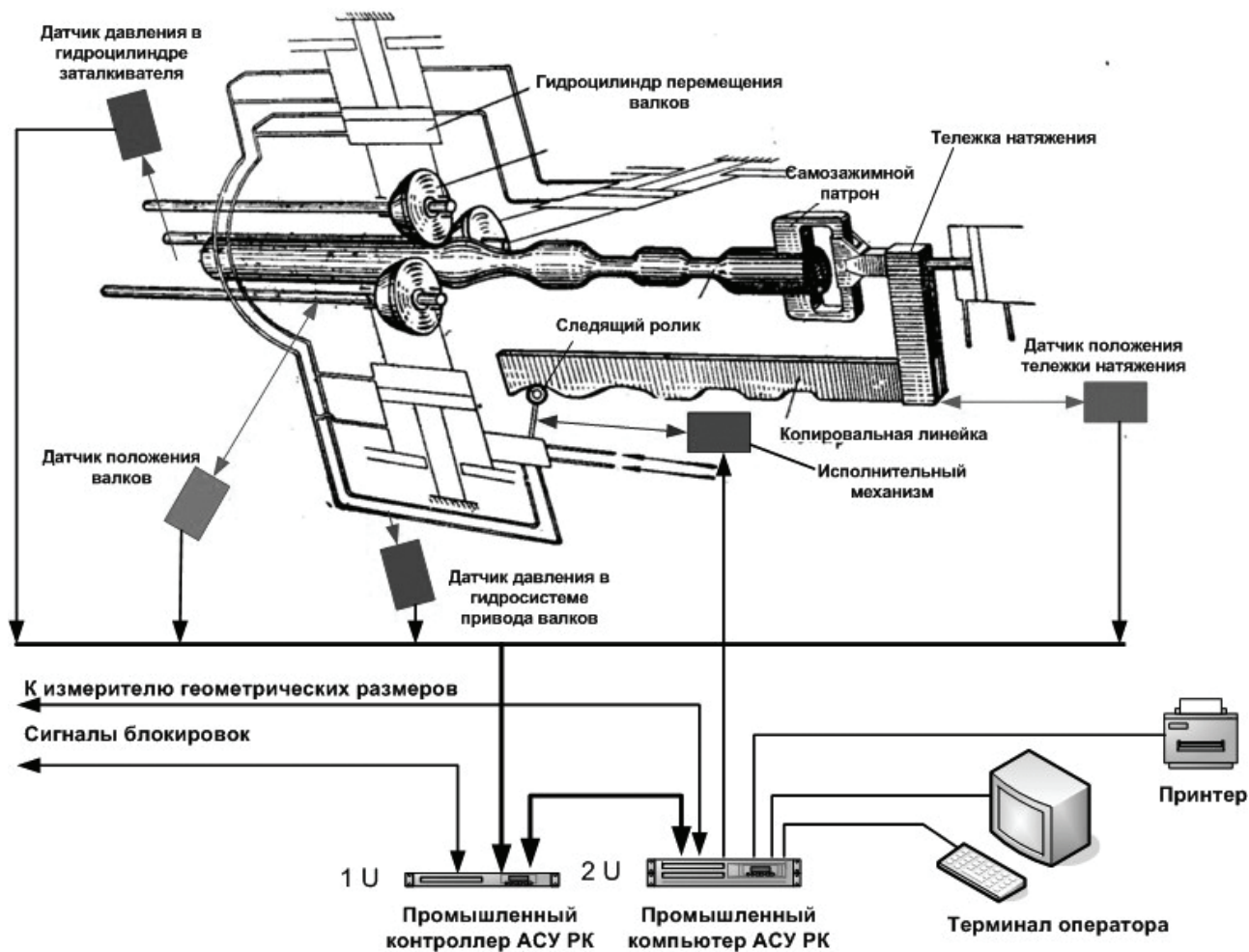


Рис. 1. Схема управления рабочей клетью стана 250

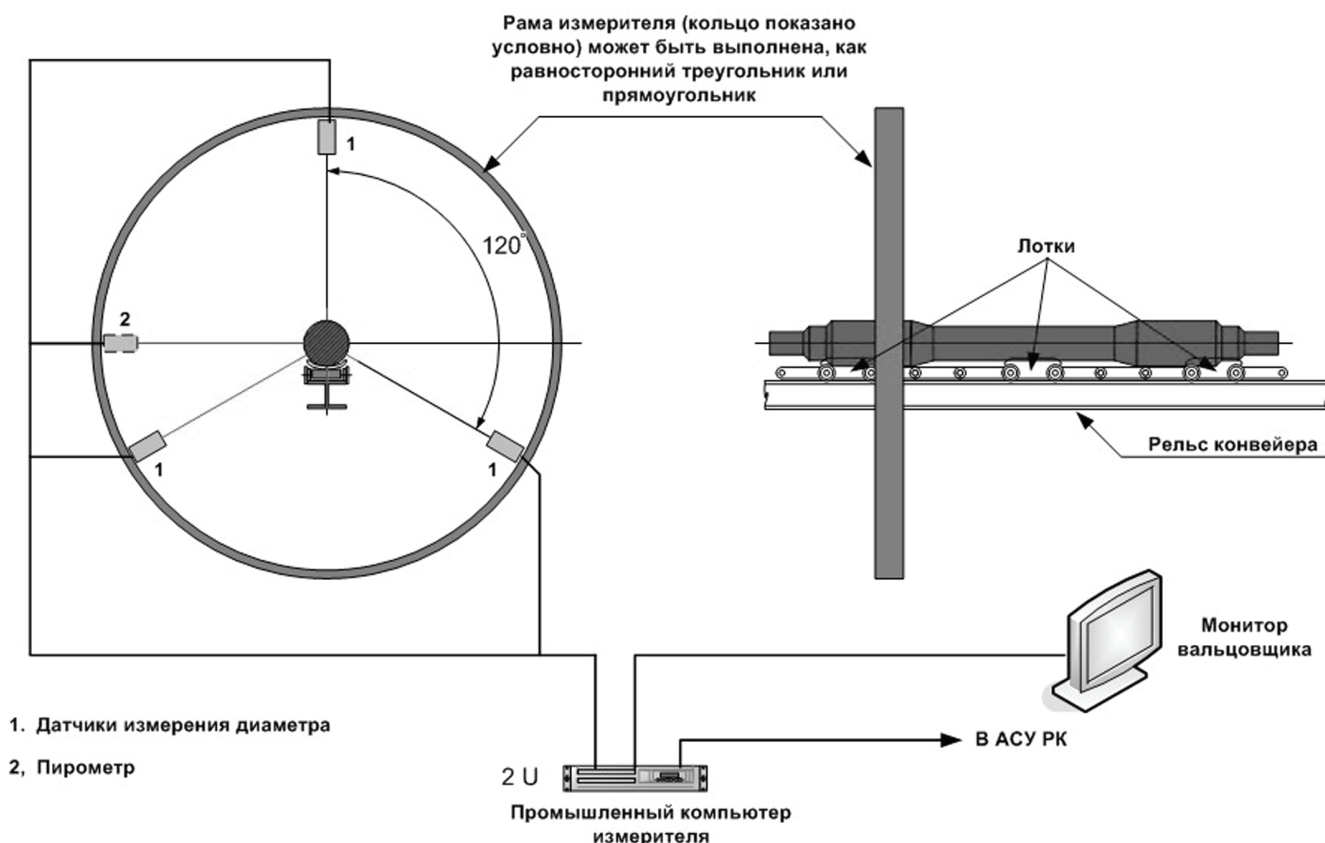


Рис. 2. Схема измерения геометрических размеров осевой заготовки

прошедших процедуру измерения, выдается на монитор вальцовщика.

Конструкция измерителя предусматривает защиту лазерных датчиков и пирометра от теплового излучения заготовки в случае непредусмотренной остановки последней в зоне измерителя.

Комплект датчиков технологической информации обеспечивает контроль и измерение технологических параметров. В комплект датчиков входят датчики давления, ультразвуковой датчик перемещения тележки натяжения, индуктивный датчик положения валков и др. Датчики имеют исполнение и степень защиты от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, позволяющие им надежно работать в условиях прокатного производства.

Средства вычислительной техники обеспечивают реализацию всех функций АСУ ПК, требующих выполнения вычислительных и логических операций. Они обеспечивают прием и обработку сигналов от датчиков технологической информации, формирование управляющих воздействий, общение с оператором и т. п. В состав средств вычислительной техники входят промышленный компьютер и промышленный контроллер с соответствующими модулями ввода-вывода сигналов.

Средства человеко-машинного интерфейса обеспечивают весь спектр взаимодействий человека-оператора с машиной. В их состав входят средства ввода-вывода информации, такие как клавиатура и мышь, а также средства отображения информации – мониторы.

Для общения оператора с системой целесообразно применение специализированной цифро-символьной клавиатуры и трекбола, который заменяет манипулятор «мышь». Оба устройства выполнены в пылевлагозащищенном исполнении и пригодны для эксплуатации на постах управления прокатных станов.

В настоящее время наиболее распространены TFT – мониторы с диагональю экрана 17...19 дюймов. Однако они не обладают пылевлагозащитой и требуют применения специальных защитных кожухов для эксплуатации в условиях прокатного производства.

Вспомогательное оборудование обеспечивает бесперебойное функционирование системы в случаях кратковременного исчезновения напряжения питания, печать твердых копий протоколов прокатки и других документов, хранение архивов библиотек

программ прокатки и протоколов прокатки на мобильных машинных носителях, надежную физическую связь всех компонентов системы и измерителя геометрических размеров.

Для обеспечения перечисленных выше функций в состав вспомогательного оборудования системы включаются источники бесперебойного питания, лазерный принтер, мобильные устройства памяти – «Flash USB», клеммные шкафы и переходные коробки со степенью защиты от влияния окружающей среды IP-67, самозажимные системы клемм фирмы «WAGO».

Технические решения, заложенные в систему, предусматривают, как автоматический режим работы, так и традиционный, с применением копировальных линеек и управлением гидроцилиндрами заталкивателя и тележки натяжителя в ручном режиме.

Экономическая эффективность АСУ ПК достигается за счет следующих факторов:

- увеличения производительности стана за счет сокращения времени его перестройки на новый типоразмер;

- сокращения количества брака и расходов на дополнительную обработку продукции за счет повышения точности геометрических размеров проката;

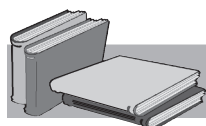
- уменьшения расходных коэффициентов металла за счет повышения точности реализации заданных геометрических размеров проката (при возможности перефабрикации заготовок).

Увеличение производительности стана достигается за счет замены копировальных линеек «электронной копировальной линейкой» – библиотекой программ прокатки, хранящихся в ПК, и автоматизации операций по настройке стана, то есть сокращения времени перестройки стана на новый типоразмер.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения системы составляет более 3,6 млн грн, срок окупаемости АСУ ПК 0,33 года.

Выводы

Внедрение АСУ ПК обеспечит уменьшение расходных коэффициентов металла за счет сужения поля допусков и стабилизации геометрических размеров проката, сокращение количества брака и увеличение ресурса рабочего времени за счет сокращения простоев для перестройки на другой типоразмер.



ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский В. И., Грабовский Г. Г., Иевлев Н. Г. Выбор и оценка стандартной системы планирования ресурсов и управления производством // Автоматизация виробничих процесів. – 2007. – № 1 (24). – С. 23-27.
2. Прокатные станы / В. Г. Антипин, С. В. Тимофеев, Д. К. Нестеров и др. // Средне, мелкосортные и специальные станы. – М.: Металлургия, 1992. – Т. 2. – 496 с.
3. Королев А. А. Прокатные станы. Конструкция и расчет. – М.: Машгиз, 1958. – 452 с.
4. Грабовский Г. Г., Иевлев Н. Г., Чистопьянов О. Ф. Современные энергоресурсосберегающие технологии гидравлического удаления окалины на станах горячей прокатки. – Автоматизация виробничих процесів. – 2005. – № 1(20). – С. 83-88.
5. Дорофеев В. В. Развитие теории и практики процессов калибровки и прокатки фланцевых профилей: Автореферат дис. ... докт. техн. наук. – Новокузнецк, 2011.

Анотація

Грабовський Г. Г., Корбут В. Б., Ієвлев М. Г.
Автоматизоване керування осепрокатним станом

Розглянуто функції автоматизованої системи керування робочою кліткою осепрокатного стану, наведена структурна схема комплексу технічних засобів, проаналізовані основні принципи побудови системи.

Ключові слова

осепрокатний стан, автоматизована система керування, економічна ефективність

Summary

Grabowski G., Corbut V., Ievlev N.
Automated control of the axis-rolling mill

The paper considers functions of the automated control system for the axis-rolling mill, offering a structural scheme of the complex of technical means and analyzing basic system creation principles.

Keywords

axis-rolling mill, automated control system, economic efficiency

Поступила 28.01.2015

Продолжается подписка на журналы «Металл и литьё Украины» и «Процессы литья» на 2015 год.

Для подписки на журналы необходимо
направить письмо-заказ по адресу:
03680, Україна, м. Київ-142, МСП,
бул. Вернадського, 34/1,

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України
или факсом (044) 424-35-15.

Счёт-фактура согласно заказу высылается письмом, по факсу или E-mail.

Редакция готова предоставить электронную версию журналов
на компакт-диске.

Стоимость одного журнала – 40 грн.

Годовая подписка (для Украины):

«Металл и литьё Украины» – 480 грн,

«Процессы литья» – 240 грн.

Годовая подписка для зарубежных стран – 100 \$.