

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г. И. НОСОВА

КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ



## РАЦИОНАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

*Методические указания  
к практическим занятиям и самостоятельной работе  
по дисциплине "Основы автоматизации процессов ОМД"  
для студентов специальности 110600*

МАГНИТОГОРСК  
2004

Составитель Б Я Омельченко

**Рациональный объем автоматизации прокатных станов:** Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине "Основы автоматизации процессов ОМД" для студентов специальности 110600. Магнитогорск: МГТУ, 2004. 42 с

Рассмотрена общая характеристика АСУ ТП. Приведены рациональные объемы АСУ ТП различных прокатных станов. Указания предназначены для выполнения практических занятий и самостоятельной работы. Могут быть полезны в курсовом и дипломном проектировании

Рецензент Ю.Ф.Бахматов

© Омельченко Б.Я., 2004

## 1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Основные термины и определения, применяемые в автоматизированных системах управления технологическими процессами, приведены ниже (ГОСТ 17194-76).

*Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП)* – автоматизированная система управления для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления в соответствии с принятым критерием управления.

*Автоматизированная система управления (АСУ)* – человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности.

*Технологический объект управления (ТОУ)* – совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим технологическим инструкциям или регламентам технологического процесса производства.

*Критерий управления* – соотношение, характеризующее качество работы ТОУ и принимающее числовые значения в зависимости от используемых управляющих воздействий.

*Автоматизированный технологический комплекс (АТК)* – совокупность совместно функционирующих АСУ ТП и ТОУ.

*Подсистема* – часть АСУ ТП, выделенная по функциональному или структурному признаку, отвечающему конкретным целям и задачам.

*Комплекс технических средств (КТС)* – совокупность вычислительных и управляющих устройств, средств преобразования, отображения и регистрации сигналов, устройств передачи и обработки сигналов и данных исполнительных устройств, достаточная для выполнения всех функций АСУ ТП.

*Функциональная структура* – структура, элементами которой являются функции АСУ ТП, а связи между элементами отражают порядок реализации функций.

*Техническая структура* – структура, элементами которой являются части КТС, а связи между ними представляют собой линии связи в АСУ ТП.

*Организационная структура* – структура взаимодействия оперативного персонала АСУ ТП.

*Оперативный персонал* – технологи-операторы АТК, осуществляющие управление ТОО, и эксплуатационный персонал.

*Эксплуатационный персонал* – инженеры, сменные дежурные операторы и другие, обеспечивающие правильность функционирования КТС.

*Техническое обеспечение* – комплекс технических средств, предназначенных для обеспечения работы АСУ ТП.

*Информационное обеспечение* – совокупность системы классификации и кодирования технологической и технико-экономической информации, сигналов, характеризующих состояние АТК, массивов данных и документов, необходимых для выполнения всех функций АСУ ТП.

*Организационное обеспечение* – совокупность описаний функциональной, технической и организационной структур, инструкций и регламентов для оперативного персонала АСУ ТП, обеспечивающая заданное функционирование АТК.

*Математическое обеспечение* – совокупность математических методов, моделей и алгоритмов для решения задач и обработки информации с применением вычислительной техники в АСУ ТП.

*Программное обеспечение* – совокупность программ, обеспечивающая реализацию функций АСУ ТП, заданное функционирование КТС и предлагаемое развитие системы.

*Общее программное обеспечение* – часть программного обеспечения АСУ ТП, представляющая собой совокупность программ, поставляемая в комплекте со средствами вычислительной техники.

*Специальное программное обеспечение* – часть программного обеспечения, представляющая собой совокупность программ, разрабатываемая при создании системы и включающая программы реализации ее функций.

*Функция* – круг действий АСУ ТП, направленных на достижение частной цели управления.

*Информационная функция* – функция, целью которой является сбор, преобразование, хранение информации о состоянии ТОО, представление этой информации оперативному персоналу или передача её для последующей обработки.

*Управляющая функция* – функция, целью которой является выработка решений и осуществление управляющих воздействий на ТОО.

*Вспомогательная функция* – функция, обеспечивающая решение внутрисистемных задач.

## **2. ОБЩИЕ ФУНКЦИИ АСУ ТП**

Функции АСУ ТП подразделяются на информационные, управляющие (ГОСТ 16084-75) и вспомогательные.

### Информационные функции

#### *1. Централизованного контроля:*

- измерение, оперативное отображение и регистрация значений технологических параметров и показателей состояния оборудования;
- обнаружение, оперативное отображение, регистрация и сигнализация отклонений значений технологических параметров и показателей состояния оборудования от установленных пределов;
- контроль, оперативное отображение, регистрация и сигнализация срабатывания блокировок и защит;
- оперативное отображение, регистрация результатов математических и логических операций, выполняемых КТС.

#### *2. Вычислительных и логических операций:*

- косвенные измерения технологических параметров и показателей состояния оборудования;
- вычисление и анализ обобщенных показателей оценки текущего состояния ТОО и его составляющих; - анализ срабатываний блокировок и защит;
- диагностика протекания технологического процесса и состояния оборудования;
- прогнозирование хода технологического процесса и состояния оборудования;
- расчет технико-экономических и эксплуатационных показателей функционирования ТОО;
- подготовка информации и выполнение процедур обмена информацией со смежными и вышестоящими системами управления.

### Управляющие функции

- определение рационального режима ведения технологического процесса;

- формирование и передача на входы исполнительных устройств управляющих воздействий;
- выдача оператору рекомендаций по управлению технологическим процессом.

#### Вспомогательные функции

- обеспечение алгоритма функционирования системы;
- формирование информационных массивов;
- ведение информационной базы;
- диагностика состояния КТС.

Перечень функций конкретной АСУ ТП устанавливается техническим заданием на создание АСУ ТП. Функции АСУ ТП можно реализовать в следующих режимах:

- информационно-советующем, при котором средства ВТ вырабатывают и выдают оперативному персоналу рекомендации по управлению процессом;
- комбинированном, при котором средства ВТ изменяют уставки и параметры настройки локальных систем управления;
- прямого управления, при котором средства ВТ обеспечивают непосредственное управление исполнительными устройствами.

### **3. РАЦИОНАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Рациональный объем автоматизации (РОА) агрегатов и объектов определяет степень оснащённости агрегатов и объектов приборами технологического контроля, средствами и системами автоматизации и вычислительной техники с учётом технико-экономической эффективности, социальных факторов, характерных для современного уровня развития техники, технологии и организации производства.

При разработке учтены современные требования к качеству проката, опыт эксплуатации существующих отечественных средств, прогнозы по разрабатываемым и перспективным разработкам, по современным прокатным станам рассмотренных ниже классов.

### **3.1. Крупносортовые, непрерывно-заготовочные и рельсобалочные станы**

Рациональный объем автоматизации распространяется на группу станов, имеющих близкую (сходную) технологическую схему прокатки:

- непрерывно-заготовочные;
- крупносортно-заготовочные;
- рельсобалочные.

За базовую принята схема рационального объема крупносортно-заготовочного стана.

Объем технологической автоматизации и выбор состава и структуры АСУ ТП с использованием ЭВМ и децентрализованных систем управления на базе микро- и миниЭВМ для каждого стана в отдельности должны уточняться на стадии разработки технического задания в зависимости от конкретных условий (объема производства, марочного и размерного сортамента, состава оборудования и его эксплуатационных характеристик и т.п.) и технико-экономической эффективности применения рекомендуемых средств и систем автоматизации.

Основным направлением развития АСУ обжимно-заготовочного и крупносортного производства является создание децентрализованных иерархических структур, осуществляющих одновременное управление как технологическими процессами, так и переделом в целом – организационно-техническая АСУ.

Последовательное расположение прокатного оборудования, достаточно автономный характер протекания технологических процессов на участках нагрева, прокатных печей, пореза, холодильников, адьюстажа (отделки), складских участках и наличие отечественных буферов в виде полей рольгангов, крановой транспортировки позволяют осуществить декомпозицию АСУ стана на автономные АСУ ТП отдельных участков технологической линии, последовательный анализ состава которых проведен ниже.

#### **3.1.1. Участок холодного склада заготовок**

##### **Функции:**

- слежение за металлом;
- отображение состояния склада (полплавочное, посортаментное);
- выдача данных по запросам;

- ввод и корректирование данных;
- выдача заданий на краны;
- протоколирование;
- контроль, классификация и маркировка дефектов заготовок (слитков);
- управление оборудованием по устранению дефектов;
- взвешивание поступающих (отгружаемых) заготовок.

***Средства автоматического контроля:***

- положения металла;
- массы заготовок (слитков);
- качества поверхности (дефектоскоп);
- количества заготовок (слитков);
- положения рабочих органов оборудования по устранению дефектов.

***Системы:***

- автоматического учёта количества заготовок (слитков) на складе и его изменения (по плавкам и сортаменту);
- автоматического управления оборудованием по устранению дефектов;
- диагностики неисправностей оборудования.

### **3.1.2. Участок нагревательных печей**

***Функции:***

- распределение поступающих заготовок по печам;
- управление тепловым режимом печей;
- слежение за металлом на участке печей;
- выдача заготовок из печей в соответствии с темпом прокатки;
- учёт количества заготовок;
- управление загрузкой-выгрузкой, перемещением металла в печах;
- учёт топливно-энергетических ресурсов.

***Средства автоматического контроля:***

- положения заготовок на входе и выходе;
- массы заготовок;
- количества заготовок;
- температуры заготовок.

***Системы:***

- распределения заготовок по нагревательным печам;
- автоматической загрузки заготовок в нагревательную печь;



- автоматической выдачи заготовки из нагревательной печи;
- транспортной автоматизации;
- управления тепловым режимом;
- учёта расхода топливно-энергетических ресурсов;
- автоматического регулирования темпа прокатки;
- диагностики неисправностей оборудования.

### **3.1.3. Участок обжимной (черновой) реверсивной клетки**

#### **Функции:**

- хранение программ прокатки;
- управление процессом прокатки по жёстким программам пропусков;
- слежение за перемещением заготовок на участке;
- сбор и учёт фактических значений для нажимных винтов, манипулятора, кантователя;
- управление механическим оборудованием для производственных процессов на участке;
- расчёт вращающего момента привода валков.

#### **Средства автоматического контроля:**

- положения раската на участке клетки;
- положения валков клетки;
- скорости валков клетки и рольгангов;
- усилия прокатки;
- температуры конца прокатки в клетки.

#### **Системы:**

- автоматической настройки и перестройки положений механизмов клетки;
- управления скоростным режимом прокатки;
- управления нажимными механизмами клетки;
- автоматической настройки сопел гидросбива окалины;
- транспортной автоматизации;
- слежения за положением раската;
- автоматизированной смены валков клетей;
- диагностики неисправностей оборудования.

### **3.1.4. Участок непрерывной группы клетей**

#### **Функции:**

- хранение программ прокатки;

- управление процессом прокатки по программам;
- слежение за перемещением проката;
- сбор и учёт фактических значений положения нажимных винтов клетей;
- управление механическим оборудованием для производственных процессов на участке;
- синхронизация скоростного режима работы клетей и рольгангов;
- расчёт крутящего момента приводов валков клетей;
- измерение длины прокатанного металла;
- измерение геометрических размеров прокатанного металла.

**Средства автоматического контроля:**

- положения металла на промежуточном рольганге и в непрерывных группах клетей;
- положения валков клетей;
- усилия прокатки;
- длины раската;
- скорости валков клетей и рольгангов;
- натяжения раската между клетями;
- температуры раската на входе и выходе из непрерывных групп клетей;
- геометрических размеров проката после чистовой клетки (группы);

**Системы**

- автоматической настройки и перенастройки положений механизмов клетей;
- управления скоростным режимом прокатки;
- управления нажимными механизмами клетей;
- транспортной автоматизации;
- слежения за расположением раската;
- автоматизированной смены валков клетей;
- диагностики неисправностей оборудования.

**3.1.5. Участок пил горячей резки и холодильников**

**Функции:**

- хранение программ заказных длин;
- расчёт оптимального раскроя с учётом длины и температуры раската;
- управление пилами горячей резки;

- слежение за металлом на участке;
- учёт количества и длин отрезанных штанг проката;
- управление секциями холодильника;
- управление охлаждением проката на холодильнике.

***Средства автоматического контроля:***

- температуры разрезаемого проката;
- положения раската;
- положения пил горячей резки;
- температуры проката после холодильника;
- расхода охлаждающих реагентов (вода, сжатый воздух).

***Системы:***

- автоматической расстановки пил горячей резки в зависимости от температуры раската;
- оптимального пореза раската;
- управления подачи пил по нагрузке двигателя;
- учёта порезанного металла;
- распределения металла по секциям холодильника;
- управления процессом охлаждения металла на холодильнике;
- транспортной автоматизации.

### **3.1.6. Участок отделки проката**

***Функции:***

- управление процессом термоупрочнения проката;
- контроль, классификация и маркировка дефектов проката;
- управление оборудованием по устранению дефектов:
  - правка проката;
  - зачистка проката;
  - обдирка проката;
  - холодная резка проката;
- управление оборудованием отделочных операций:
  - станочных операций (фрезеровка торцов, сверление отверстий и др.);
  - маркировочных;
  - упаковочных;
  - комплектующих;
- слежение за металлом на участке отделки.

***Средства автоматического контроля:***

- положения металла на технологических операциях;
- температуры проката;

- расхода охлаждающих реагентов (вода, сжатый воздух);
- скорости рольгангов;
- усилий правки металла;
- длины проката;
- массы проката;
- количества проката;
- геометрических размеров проката;
- качества поверхности проката;
- механических свойств проката.

**Системы:**

- транспортной автоматизации;
- автоматического управления агрегатами термоупрочнения;
- рассортировки проката по категориям качества;
- автоматического управления пилами холодной резки;
- автоматического управления настройкой роликоправильной машины;
- согласования и стабилизации скоростного режима;
- управления клеймителем проката;
- учёта готовой продукции по фактической длине и теоретическому весу;
- управления пакетировщиками и обвязочными машинами.

### **3.1.7. Участок склада готовой продукции**

**Функции:**

- слежение за металлом;
- отображение состояния склада (поплавочное, посортаментное);
- выдача данных по запросам;
- ввод и корректирование данных;
- выдача заданий на краны;
- протоколирование;
- взвешивание поступающего (отгружаемого) проката.

**Средства автоматического контроля:**

- положение металла;
- массы готового проката;
- количества готового проката.

**Системы:**

- автоматического учёта количества готового проката на складе и его изменения (по плавкам и сортаменту);
- диагностики неисправностей оборудования.

### **3.1.8. Цеховой уровень управления прокатным станом**

#### **Функции:**

- календарное, суточное, сменное планирование работы;
- оперативное управление производством;
- сбор и обработка технологической информации;
- сбор и обработка информации о работе оборудования;
- учёт движения по цеху материально-технических и топливно-энергетических ресурсов, готовой продукции;
- учёт валкового хозяйства цеха;
- обмен информацией с АСУ ТП участков стана, АСУ сопрягаемых переделов, АСУ ТП завода (комбината);
- представление информации по запросу, распечатка материалов в виде справочных и отчётных документов;
- отображение состояния и хода технологических процессов на мнемосхемах, экранах дисплеев, другими информационными средствами;
- анализ, учёт и сигнализация отклонений от нормальных режимов работы, аварийных ситуаций. Выработка команд (рекомендаций), исключающих их возникновение.

#### **Средства автоматизации**

В качестве средств автоматического контроля используется комплекс технических средств нижнего иерархического уровня автоматизации (АСУ ТП участков стана).

#### **Системы:**

- система (информационно-управляющий комплекс - ИУК) учёта валкового хозяйства цеха;
- система (ИУК) слежения за металлом;
- система (ИУК) учёта производства.

Информационные взаимосвязи этих систем приведены на схемах РОА соответствующих классов станом (рис. 1, 2, 3).

### **3.2. Среднесортно-мелкосортно-проволочные станы**

Предусматриваемый на среднесортно-мелкосортно-проволочных станах (СМПС) объем средств автоматического контроля и управления должен обеспечить поддержание с требуемой точностью задаваемых технологией режимов и параметров процессов прокатки, а также безопасность эксплуатации агрегатов.



Рис 1. Схема АСУ ТП крупноразмерного заготовочного стана:  
 1 - ИУК учета валкового хозяйства цеха; 2 - ИУК слежения за металлом; 3 - ИУК учета производства;

системы: 4 - учета материалов на складе; 5 - управления оборудованием по устранению дефектов металла; 6 - диагностики неисправностей оборудования; 7 - автоматической загрузки заготовок в нагревательную печь; 8 - автоматической выгрузки заготовок из нагревательной печи; 9 - распределения заготовок по нагревательным печам; 10 - управления тепловым режимом; 11 - учета расхода топливно-энергетических ресурсов; 12 - транспортной автоматизации; 13 - автоматического регулирования темпа прокатки; 14 - управления устройством гидросбива окалины; 15 - автоматической настройки положений механизмов клетки; 16 - управления скоростным режимом прокатки; 17 - управления нажимными механизмами клетки; 18 - автоматизированной смены валков клетки; 19 - слежения за положением раската; 20 - автоматической расстановки пил горячей резки; 21 - оптимального пореза металла; 22 - управления подачей пилы по нагрузке двигателя; 23 - учета порезанного металла; 24 - распределения металла по секциям холодильника; 25 - управления процессом охлаждения металла на холодильнике; 26 - автоматического управления агрегатами термоупрочнения; 27 - автоматического управления пилами холодной резки; 28 - автоматического управления роликоправильной машиной; 29 - автоматической маркировки проката; 30 - управления пакетировщиками и обвязочными машинами; 31 - учета готовой продукции;

средства автоматического контроля: 32 - взвешивающее устройство; 33 - дефектоскоп; 34 - фотореле; 35 - счетчик заготовок; 36 - датчик положения кодовый; 37 - измеритель температуры; 38 - измеритель давления; 39 - измеритель расхода; 40 - измеритель скорости; 41 - измеритель усилия прокатки; 42 - измеритель механических свойств; 43 - измеритель длины; 44 - измеритель натяжения; 45 - измеритель геометрических размеров

□ – разработано и рекомендуется к внедрению;

○ – разрабатывается; ◇ – должно быть разработано

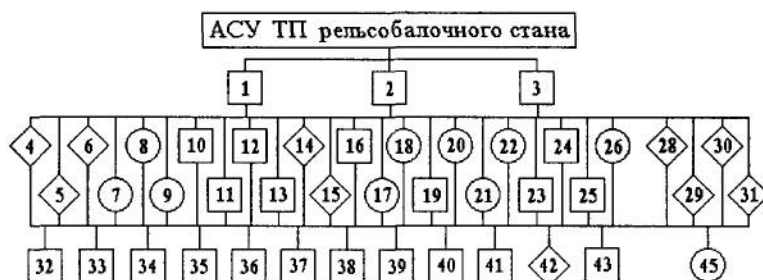


Рис 2. Схема АСУ ТП рельсобалочного стана:

1 - ИУК учета валкового хозяйства цеха; 2 - ИУК слежения за металлом; 3 - ИУК учета производства;

системы: 4 - учета материалов на складе; 5 - управления оборудованием по устранению дефектов металла; 6 - диагностики неисправностей оборудования; 7 - автоматической загрузки заготовок в нагревательную печь; 8 - автоматической выгрузки заготовок из нагревательной печи; 9 - распределения заготовок по нагревательным печам; 10 - управления тепловым режимом; 11 - учета расхода топливно-энергетических ресурсов; 12 - транспортной автоматизации; 13 - автоматического регулирования темпа прокатки; 14 - управления устройством гидросбыва окалины; 15 - автоматической настройки положений механизмов клетки; 16 - управления скоростным режимом прокатки; 17 - управления нажимными механизмами клетки; 18 - автоматизированной смены валков клетки; 19 - слежения за положением раската; 20 - автоматической расстановки пил горячей резки; 21 - оптимального пореза металла; 22 - управления подачей пилы по нагрузке двигателя; 23 - учета порезанного металла; 24 - распределения металла по секциям холодильника; 25 - управления процессом охлаждения металла на холодильнике; 26 - автоматического управления агрегатами термоупрочнения; 28 - автоматического управления роликотправильной машиной; 29 - автоматической маркировки проката; 30 - управления пакетирующими и обвязочными машинами; 31 - учета готовой продукции;

средства автоматического контроля: 32 - взвешивающее устройство; 33 - дефектоскоп; 34 - фотореле; 35 - счетчик заготовок; 36 - датчик положения кодовый; 37 - измеритель температуры; 38 - измеритель давления; 39 - измеритель расхода; 40 - измеритель скорости; 41 - измеритель усилия прокатки; 42 - измеритель механических свойств; 43 - измеритель длины; 45 - измеритель геометрических размеров

□ – разработано и рекомендуется к внедрению;

○ – разрабатывается; ◇ – должно быть разработано



Рис 3. Схема АСУ ТП непрерывно-заготовочного стана:  
 1 - ИУК учета валкового хозяйства цеха; 2 - ИУК слежения за металлом; 3 - ИУК учета производства;

системы: 4 - учета материалов на складе; 5 - управления оборудованием по устранению дефектов металла; 6 - диагностики неисправностей оборудования; 11 - учета расхода топливно-энергетических ресурсов; 12 - транспортной автоматизации; 13 - автоматического регулирования темпа прокатки; 15 - автоматической настройки положений механизмов клетки; 16 - управления скоростным режимом прокатки; 17 - управления нажимными механизмами клетки; 18 - автоматизированной смены валков клеток; 19 - слежения за положением раската; 21 - оптимального пореза металла; 23 - система учета порезанного металла; 24 - распределения металла по секциям холодильника; 25 - управления процессом охлаждения металла на холодильнике; 29 - система автоматической маркировки проката; 31 - учета готовой продукции;

средства автоматического контроля: 32 - взвешивающее устройство; 33 - дефектоскоп; 34 - фотореле; 35 - счетчик заготовок; 36 - датчик положения кодовый; 37 - измеритель температуры; 38 - измеритель давления; 39 - измеритель расхода; 40 - измеритель скорости; 41 - измеритель усилия прокатки; 42 - измеритель механических свойств; 43 - измеритель длины; 44 - измеритель натяжения; 45 - измеритель геометрических размеров

□ – разработано и рекомендуется к внедрению;  
 ○ – разрабатывается; ◇ – должно быть разработано



### **3.2.1. Функции АСУ ТП**

1. Управление складом заготовок.
2. Управление процессом транспортирования заготовок.
3. Управление скоростным режимом прокатки.
4. Настройка стана на участке рабочих клетей.
5. Управление процессом охлаждения.
6. Раскрой проката со сквозной оптимизацией.
7. Управление моталками.
8. Управление процессом транспортирования полос на участке холодильника.
9. Аварийный порез проката.
10. Управление линиями для пакетирования, маркировки и обвязки.
11. Управление складом готовой продукции.
12. Сопровождение металла на технологической линии стана.
13. Контроль и учет готового проката, дифференцированного по группам прочности.
14. Тестирование и диагностика неисправности технологического оборудования и систем автоматизации.
15. Экспресс-анализ физико-механических свойств термоупрочненного проката.
16. Сбор и передача данных о производстве проката в АСУ (цеха, предприятия).
17. Учет расхода энергоносителей.
18. Контроль качества проката.
19. Сбор, обработка и предоставление информации, поступающей с устройств ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации.

### **3.2.2. Средства и системы автоматизации**

В данном параграфе приводится перечень средств автоматизации, необходимых для контроля и измерения контролируемых и регулируемых параметров с целью представления соответствующей информации в системы автоматического управления, а также перечень систем автоматизации, рекомендуемых для реализации функций, указанных в параграфе 3.2.1.

### 1. Склад заготовок

#### **Средства автоматического контроля:**

- дефектоскоп;
- весы для взвешивания заготовок.

#### **Системы:**

- управления складом заготовок:
  - автоматизированное штабелирование;
  - автоматизированная выдача;
  - автоматизированный учет материала на складе и обмен данными с АСУ ТП цеха;
- транспортной автоматизации.

### 2. Участок нагревательных печей

#### **Средства автоматического контроля:**

- положения заготовок на входе и выходе;
- массы заготовок;
- количества заготовок;
- температуры заготовок.

#### **Системы:**

- распределения заготовок по нагревательным печам;
- автоматической загрузки заготовок в нагревательную печь;
- автоматической выдачи заготовки из нагревательной печи;
- транспортной автоматизации;
- управления тепловым режимом;
- учета расхода топливно-энергетических ресурсов;
- автоматического регулирования темпа прокатки;
- диагностики неисправностей оборудования.

### 3. Участок рабочих клеток

#### **Средства автоматического контроля:**

- температуры проката;
- петли проката;
- геометрических размеров проката;
- усилия давления металла на валки;
- частоты вращения валков;
- статического тока двигателей главного привода;
- скорости проката.

#### **Системы:**

- автоматического управления скоростным режимом:
  - аналоговое регулирование скорости;

- цифровое регулирование скорости;
- цифровое задание, согласования и индексация скорости приводов;
- регулирование натяжения проката между черновыми и промежуточными клетями;
- регулирование величины петли или прогиба проката в межклетевых промежутках;
- автоматической установки межвалковых зазоров;
- аварийного пореза проката;
- автоматического управления для зачистки передних концов проката;
- оптимизации раскрытия проката перед холодильником.

#### 4. Участок охлаждения

##### ***Средства автоматического контроля:***

- температуры проката;
- длины полосы;
- скорости проката;
- глубины закаленного слоя;
- давления охлаждающей воды;
- расхода охлаждающей воды.

##### ***Системы:***

- управления процессом термоупрочнения на среднесортных и мелкосортных станах:
  - расчет условий охлаждения и предварительной настройки термоустановки для термического упрочнения различных профилей проката с требуемым классом;
  - управление секционными задвижками охлаждающей воды;
  - управление регулирующим клапаном охлаждающей воды;
- управления процессом термоупрочнения на проволочном стане:
  - управление секционными задвижками охлаждающей воды;
  - регулирование общего расхода охлаждающей воды;
- транспортной автоматизации:
  - автоматизированное управление процессом транспортирования полос к холодильнику;
  - автоматическое управление сбросом полос на холодильник;
  - управление моталками на проволочном стане.

## 5. Адъюстажное отделение

### **Средства автоматического контроля:**

- длины проката;
- массы проката;
- дефектов;
- экспресс-анализ физико-механических свойств термоупрочненного проката.

### **Системы:**

- автоматизированного управления раскроем на ножницах холодной резки;
- автоматизированного учета прокатной продукции, дифференцированной по группам прочности;
- управления линиями для пакетирования, маркировки и обвязки;
- измерения массы пакета прутков или бунтов;
- учета расхода энергоносителей по стану.

## 6. Склад готовой продукции

### **Системы:**

- автоматизированного штабелирования;
- автоматизированной отгрузки;
- автоматизированного учета запасов на складе;
- автоматизированного учета производства проката нарастающим итогом (смена, сутки, месяц);
- разделения плавов и партий металла;
- автоматизированной передачи данных о производстве проката в АСУ (цеха, предприятия).

## 7. Цеховой уровень управления прокатным станом

### **Средства автоматизации:**

- устройства ручного ввода;
- датчики наличия металла;
- информационные табло.

### **Системы:**

- информационного сопровождения металла;
- тестирования и диагностики неисправности технологического оборудования и систем автоматизации;
- сбора и передачи данных о производстве проката в АСУП.

На рис. 4 приведена схема РОА мелкосортно-проволочного стана.



Рис 4. Схема АСУ ТП мелкосортно-проволочного стана:  
 системы: 1 - управления складом заготовок; 2 - управления транспортным режимом; 3 - автоматического управления скоростным режимом; 4 - автоматической установки межвалковых зазоров; 5 - аварийного пореза проката; 6 - автоматического управления зачисткой передних концов проката; 7 - раскря проката перед холодильником; 8 - управления процессом термоупрочнения на мелкосортном стане; 9 - управления процессом на проволочном стане; 10 - управления транспортными механизмами участка охлаждения; 11 - автоматического управления раскромом на ножницах холодной резки; 12 - автоматизированного учета прокатной продукции дифференцированной по группам прочности; 13 - управления линиями для проектирования, маркировки и обвязки; 14 - измерения массы пакета прутков и бунтов; 15 - учета расхода энергоносителей по стану; 16 - управления складом готовой продукции; 17 - информационного сопровождения металла; 18 - диагностики неисправностей технологического оборудования и систем автоматизации; 19 - сбора и передачи данных о производстве проката в АСУП;

средства автоматического контроля: 20 - дефектоскоп; 21 - взвешивающее устройство массы заготовки; 22 - пирометр; 23 - датчик прогиба петли; 24 - измеритель геометрических размеров проката; 25 - измеритель усилия давления металла; 26 - датчик частоты вращения валков; 27 - датчик статического тока двигателя клетки; 28 - измеритель скорости проката; 29 - измеритель длины полосы; 30 - измеритель глубины закаленного слоя; 31 - измеритель температуры охлаждающей воды; 32 - измеритель давления охлаждающей воды; 33 - измеритель расхода охлаждающей воды; 34 - взвешивающее устройство пакетов проката; 35 - установка экспресс-анализа физико-механических свойств проката; 36 - устройство ручного ввода; 37 - датчик наличия металла; 38 - информационное табло

- – разработано и рекомендуется к внедрению;  
 ○ – разрабатывается;   ◇ – должно быть разработано

### 3.3. Широкополосные станы горячей прокатки

#### 3.3.1. Участок нагревательных печей

##### **Функции:**

- управление транспортировкой и разгрузкой слябов;
- ввод и корректировка данных;
- отображение состояния склада (поплавочное, посортаментное) и выдача данных по запросам;
- слежение за слябами на участке печей;
- управление взвешиванием слябов;
- управление загрузкой слябов в печи;
- управление выгрузкой слябов на приемный рольганг;
- расчет и адаптивное управление температурой печей (слябов);
- управление тепловым режимом печей;
- измерение температуры слябов на выходе из печи;
- индикация карты заполнения печей на дисплейных терминалах и печатающем устройстве;
- графическое изображение процесса нагрева слябов на видео-терминалах.

##### **Средства автоматического контроля:**

- весы для взвешивания слябов;
- фотоэлектрические датчики положения слябов;
- тахогенераторы;
- сельсин-датчики;
- оптические генераторы импульсов;
- фотореле;
- пирометры;
- лазерные датчики положения слябов в печи;
- счетчик числа слябов, выданных из печей;
- путевые выключатели;
- измеритель концентрации кислорода в продуктах горения печей;
- контактные манометры;
- поплавковые реле;
- контактные термометры.

##### **Системы:**

- управления транспортировкой и разгрузкой слябов;
- слежения за положением слябов на участке и в самих печах;
- управления загрузкой слябов в методические печи;

- управления приводом (шагающими балками) печей;
- управления выгрузкой слябов из печей;
- управления тепловым режимом печей;
- сбора, обработки и выдачи технической информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

### **3.3.2. Черновая группа клетей**

#### **Функции:**

- расчет и настройка растворов горизонтальных и вертикальных валков всех черновых клетей и скоростей главных приводов непрерывной подгруппы клетей;
- адаптация математической модели процесса к изменяющимся условиям прокатки и адаптивное управление настройкой черновой группы клетей;
- управление толщиной раската с учетом требований по форме переднего и заднего концов раската;
- управление шириной раската с целью достижения заданной ширины полосы за чистовой группой клетей;
- управление температурой раската;
- управление "нулевым" натяжением в непрерывной подгруппе черновых клетей;
- управление скоростными режимами непрерывной черновой подгруппой клетей;
- управление позиционными механизмами окатиноломателя и черновых клетей;
- измерение усилия прокатки в окатиноломателе и во всех горизонтальных черновых клетях;
- расчет крутящих моментов на шпинделях горизонтальных черновых клетей;
- измерение ширины раската на промежуточном рольганге;
- измерение толщины раската за последней черновой клетью;
- измерение температуры металла за второй и последней клетями черновой группы;
- управление темпом прокатки;
- слежение за металлом и информационное сопровождение проката на участке от приемного до промежуточного рольгангов;
- графическое изображение процесса на видеотерминалах.

#### **Средства автоматического контроля:**

- датчики положения горячего металла;
- сельсин-датчики;
- тахогенераторы;
- пирометры;
- путевые выключатели;
- измеритель ширины;
- измеритель толщины;
- измерители давления металла на валки;
- амперметры;
- фотореле;
- регулирующий клапан в системе охлаждения валков.

#### **Системы:**

- автоматической настройки и перестройки положений механизмов клетей, скоростей валков, измерителей, сопел гидросбыва окалины;
- автоматического регулирования ширины полосы;
- согласования скоростей валков (натяжения полосы) в непрерывной черновой подгруппе клетей;
- управления скоростным режимом прокатки в реверсивной клетке;
- управления нажимным механизмом реверсивной клетки;
- управления последовательностью работы механизмов реверсивной клетки;
- автоматического управления рольгангами;
- слежения за положением металла;
- сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

На рис. 5 приведена схема РОА черновой группы ШСГП.

### **3.3.3. Чистовая группа клетей**

#### **Функции:**

- расчет и настройка растворов валков и скоростей главных приводов чистовых клетей;
- расчет настройки линеек;
- расчет температурно-скоростного режима прокатки и транспортирования раскатов на промежуточном рольганге с учетом:





Рис. 5. Схема АСУ ТП черновой группы широкополосного стана горячей прокатки:

системы: 1 - автоматической настройки и перестройки положений механизмов клетей, скоростей валков, измерителей, сопел гидросбыва окалины; 2 - автоматического регулирования ширины полосы; 3 - согласования скоростей валков (натяжения полосы) в непрерывной черновой подгруппе клетей; 4 - управления скоростным режимом прокатки в реверсивной клети; 5 - управления нажимным механизмом реверсивной клети; 6 - управления последовательностью работы механизмов реверсивной клети; 7 - автоматического управления рольгангами; 8 - слежения за положением металла; 9 - сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации; 10 - диагностики неисправностей оборудования;

средства автоматического контроля: 11 - датчик положения горячего металла; 12 - сельсин-датчик; 13 - тахогенератор; 14 - пирометр; 15 - путевой выключатель; 16 - измеритель ширины; 17 - измеритель толщины; 18 - измеритель давления металла на валки; 19 - амперметр; 20 - фотореле; 21 - регулирующий клапан в системе охлаждения валков

- а) ограниченного "температурного" ускорения полосы (оптимальное качество);
  - б) максимального ускорения полосы и межклетевого охлаждения (максимальная производительность);
  - адаптация математической модели процесса к текущим условиям прокатки и адаптивное управление настройкой чистовой группы клеток;
  - управление подачей раската в клетки чистовой группы;
  - управление температурой раската на промежуточном рольганге с учетом состояния энкопанелей (открытые/закрытые);
  - оптимальное управление обрезкой переднего и заднего концов раската летучими ножницами;
  - автоматическое многосвязное регулирование толщины полосы с компенсацией эксцентриситета валков с выходом на электро-механическое и гидравлическое нажимные устройства клеток;
  - управление формой (планшетностью) и профилем полосы;
  - регулирование усилия противоизгиба валков в подсистеме управления планшетностью полосы;
  - адаптивное управление температурно-скоростным режимом прокатки;
  - регулирование натяжения полосы между клетями и управление электроприводами петледержателей;
  - регулирование расхода воды, охлаждающей валки чистовой группы клеток;
  - управление соплами системы межклетевого охлаждения полосы;
  - управление позиционными механизмами чистовой группы клеток;
  - измерение температуры энкопанелей на промежуточном рольганге;
  - измерение усилия прокатки в клетях чистовой группы;
  - измерение температуры полосы за последней чистовой клетью;
  - слежение за металлом и информационное сопровождение проката на участке от промежуточного рольганга до последней чистовой клетки;
  - графическое изображение процесса на видеотерминалах.
- Средства автоматического контроля:**
- датчики положения горячего металла;
  - тахогенераторы;

- сельсин-датчики;
- оптические генераторы импульсов;
- датчики давления в системах изгиба валков;
- датчики положения поршня механизма сдвигки валков;
- путевые выключатели;
- датчики положения поршня ЭГНУ;
- датчики давления масла в системе ЭГНУ;
- датчики межклетевого натяжения полосы;
- амперметры;
- измеритель ширины;
- измеритель толщины;
- измеритель планшетности;
- пирометр;
- регулирующий клапан в системе охлаждения валков.

**Системы:**

- автоматического логического управления последовательностью операций;
- слежения за положением металла на промежуточном рольганге и в чистовой группе клетей;
- автоматической настройки и перестройки положен механизмов клетей и окалиноломателя, скоростей валков, измерителей, числа сопел гидросбыва окалины;
- автоматического реза переднего и заднего концов полосы на летучих ножницах;
- стабилизации межклетевого натяжения полосы;
- автоматического управления охлаждением полосы между клетями;
- автоматического управления скоростным режимом чистовых клетей;
- автоматического регулирования толщины полосы;
- автоматического регулирования профиля полосы;
- автоматического регулирования планшетности полосы;
- автоматического регулирования температуры конца прокатки;
- сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправности оборудования;
- автоматической перевалки рабочих валков.

### **3.3.4. Участок моталок (отводящий рольганг, моталки, оборудование для уборки рулонов, конвейер)**

#### **Функции:**

- расчет расхода воды (количества сопел) для охлаждения полос на отводящем рольганге с учетом заданной температуры смотки, температуры конца прокатки, скорости прокатки и требуемой скорости охлаждения;
- расчет настройки механизмов смотки, направляющих линеек, тянущих и формирующих роликов;
- позиционное управление направляющими линейками, тянущими и формирующими роликами;
- адаптивное управление включением и отключением сопел с учетом точки начала охлаждения;
- стабилизация заданной температуры смотки;
- сопровождение переднего и заднего концов и отдельных участков полосы;
- управление скоростным режимом отводящего рольганга и барабанов моталок;
- регулирование натяжения полосы при смотке, точный останов барабанов моталок;
- управление выдачей рулонов на конвейеры;
- управление транспортированием рулонов на конвейерах;
- управление взвешиванием рулонов;
- управление маркировкой рулонов;
- слежение за металлом и информационное сопровождение рулонов на участке от чистовой группы клетей, через моталки до подъемно-поворотных столов перед рольгангами-накопителями;
- графическое изображение процесса на видеотерминалах.

#### **Средства автоматического контроля:**

- положения полос и рулонов на участке (включая отводящий конвейер);
- положения направляющих линеек;
- зазора тянущих и прижимных роликов;
- скорости вала барабана моталки;
- температуры полосы перед моталкой;
- автоматического взвешивания рулонов на отводящем конвейере.

**Системы:**

- автоматической настройки и перестройки положений механизмов и скоростей моталок;
- согласования скоростей последней клетки чистовой группы, от водяного рольганга и моталок;
- автоматического регулирования температуры смотки полосы в рулон;
- точного останова моталок, включая устройство для фиксации положения конца полосы на барабане моталки;
- определения теоретического веса продукции;
- слежения за положением полос и рулонов;
- управления механизмами отводящего рольганга и моталок;
- автоматической настройки маркировочной машины;
- сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- регистрация данных о качестве полосы, печатания паспорта рулонов;
- счета рулонов на отводящем конвейере;
- диагностики неисправностей оборудования.

### **3.4. Толстолистовые станы**

#### **3.4.1. Функции АСУ ТП**

В иерархической структуре интегрированной АСУ производством листопрокатного цеха с толстолистовым станом управление технологическими процессами нагрева, прокатки, термообработки, раскроя и отделки металла, информационное сопровождение каждой единицы металла, а также управление транспортными операциями представляет собой нижний уровень управления, решаемый локальными системами автоматики и дистанционного управления.

Назначение систем технологического управления и решаемые ими задачи следующие:

- повышение выхода годного проката;
- улучшение качества проката по точности размеров;
- улучшение качества проката по структуре и механическим свойствам;
- сокращение брака и выпуска беззаказной продукции, укрепление технологической дисциплины;

- минимизация времени прокатки и увеличение часовой производительности стана;
- снижение удельного расхода топлива и электроэнергии;
- увеличение срока службы и снижение аварийности прокатного оборудования.

Функции, выполняемые АСУ ТП, можно разделить на информационные, управляющие и вспомогательные.

К информационным функциям относятся:

- сбор и обработка информации с датчиков, расположенных на автоматизированных участках;
- слежение за перемещением металла на технологической линии участков;
- ввод, корректировка и оперативное дополнение (изменение) исходных данных, необходимых для работы АСУ ТП;
- индикация на постах управления необходимой информации о прокатываемом металле синхронно с его поступлением к соответствующим агрегатам;
- регистрация технологической и производственной информации и индикация ее на постах управления в объеме, необходимом для работы операторов, технологов и систем АСУ ТП;
- обмен информацией между АСУ ТП отдельных участков стана и системой верхнего уровня.

Управляющие функции АСУ ТП включают в себя функции расчета уставок для управления технологическими режимами и функции управления механизмами.

К функциям расчета уставок для управления технологическими режимами относятся:

- определение момента выдачи очередного слитка (сляба) на прокатку;
- автоматический расчет уставок раствора и частоты вращения валков клетей, скорости рольгангов, позиционирования линеек и измерителей геометрических размеров полосы;
- расчет времени охлаждения раскатов и расхода воды;
- расчет рациональных раскройных планов порезки полос и др.

К функциям управления механизмами относятся следующие:

- временная координация работы механизмов с ходом технологического процесса на основе идентификации этапов (операций) технологического процесса;
- позиционная перестройка нажимных устройств клеток;
- управление транспортными рольгангами;
- управление рольгангами ножниц для точного останова при мерном порезе и др.

АСУ ТП должна обеспечить выполнение следующих вспомогательных функций:

- автоматическую диагностику готовности КТС АСУ ТП к работе;
- организацию выявления ошибок в работе АСУ ТП и их регистрацию.

В подсистемах АСУ ТП нагрева, прокатки, термообработки, раскроя и отделки по каждой обрабатываемой партии металла контролируется и представляется в верхний уровень управления (АСУП) следующая информация:

- поступление и прохождение партии металла через очередной технологический участок в линии стана;
- результаты нагрева слэбов в печах;
- результаты прокатки и термообработки металла в линии стана;
- результаты термообработки партий металла в нормализационных и закалочных печах;
- результаты раскроя листов в линии резки;
- вес и состав пакетов готовых листов;
- регистрация остановки и простоев основного прокатного оборудования.

### **3.4.2. Средства и системы автоматизации**

#### АСУ ТП участка нагревательных печей

##### ***Средства автоматического контроля:***

- датчики наличия слэбов на входе и выходе из печей;
- измеритель темпа выдачи металла из печей;
- дефектоскоп поверхности слэбов;
- пирометры;
- счетчик числа слэбов, выданных из печей;
- весы для взвешивания слэбов.

**Системы:**

- автоматической задачи слябов в методические печи;
- автоматической настройки шагающих балок;
- автоматического управления тепловым режимом печей;
- автоматической выдачи слябов из методических печей;
- управления транспортировкой слябов;
- слежения за положением слябов на участке и в самой печи;
- автоматического регулирования темпа прокатки;
- сбора, обработки и выдачи технической информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

АСУ ТП участка черновой клети

**Средства автоматического контроля:**

- датчик положения металла;
- датчик положения вертикальных валков;
- датчик положения горизонтальных валков;
- датчик положения направляющих линеек;
- датчик частоты вращения валков;
- измеритель усилия прокатки;
- измеритель крутящего момента;
- измеритель температуры раската перед и за клетью;
- измеритель толщины раската;
- измеритель ширины раската;

**Системы:**

- автоматической настройки и перенастройки положений механизмов клети, частоты вращения валков, измерителей, сопел гидросбива окалины;
- автоматического управления главным приводом;
- автоматического управления нажимным механизмом;
- автоматического управления гидросбивом окалины;
- автоматического регулирования толщины раската;
- автоматического управления транспортными рольгангами;
- автоматического управления системой технологической смазки;
- сбора, обработки и выдачи технической информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.



### АСУ ТП участка чистовой клетки

#### **Средства автоматического контроля:**

- датчик положения металла;
- датчик положения валков клетки;
- датчик положения направляющих линеек;
- датчик частоты вращения валков;
- измеритель усилия прокатки;
- измеритель крутящих моментов на шпинделях валков;
- измеритель температуры полосы на входе и выходе чистовой клетки;
- измеритель толщины полосы на выходе из клетки;
- измеритель ширины полосы на выходе из клетки;
- прибор для контроля формы полосы, измерения отклонения от плоскостности и формы раската в плане.

#### **Системы:**

- автоматической настройки и перестройки положений механизмов клетки, скорости вращения валков, измерителей;
- автоматического управления главным приводом;
- автоматического управления нажимным механизмом;
- автоматического регулирования толщины листа;
- автоматического управления транспортными рольгангами;
- автоматического управления системой технологической смазки;
- автоматического управления системой ускоренного охлаждения раската;
- сбора, обработки и выдачи технической информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

### АСУ ТП участка ножниц горячей резки

#### **Средства автоматического контроля:**

- датчик положения металла;
- измеритель длины полосы;
- измеритель ширины полосы;
- измеритель толщины полосы.

#### **Системы:**

- автоматического подвода полосы к ножницам;

- автоматической порезки переднего конца полосы на заданное количество резов;
- автоматизированной порезки годной части полосы заданной длины;
- сбора, обработки и выдачи технической информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

АСУ ТП участка термомеханической обработки  
с прокатного нагрева и нормализационных печей

**Средства автоматического контроля:**

- датчик положения металла;
- пирометры;
- счетчик числа полос;
- датчики давления и расхода охлаждающей воды.

**Системы:**

- автоматической подачи и останова полос перед роликовой закалочной машиной (либо правильно-охлаждающим агрегатом) и выдачи из нее;
- автоматического нагрева и покачивания полос при термообработке;
- автоматического охлаждения полос;
- сбора, обработки и выдачи технической информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

АСУ ТП участка отделки

**Средства автоматического контроля:**

- датчик положения металла;
- измеритель геометрических размеров листа;
- весы для взвешивания листов в потоке;
- прибор для контроля твердости металла и коэрцитиметр для контроля механических свойств металла;
- дефектоскоп для контроля внутренних дефектов листа;
- прибор для определения глубины обезуглероженного слоя;
- дефектоскоп качества поверхности листа.

#### **Системы:**

- автоматизации рационального раскроя, порезки и безупорного останова полосы на ножницах мерной резки;
- автоматического отбора и маркировки проб;
- автоматического взвешивания листов, суммирования веса партий, подсчета количества листов, определения теоретической массы;
- автоматической сортировки листов с учетом вырезки и ремонта дефектных мест;
- автоматического клеймения, пакетирования и выдачи пачек на склад;
- сбора, обработки и выдачи технической информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

На рис. 6 приведена схема РОА толстолиствого стана.

### **3.5. Агрегаты цеха холодной прокатки**

Объем технологической автоматизации и выбор состава и структуры АСУ ТП с использованием ЭВМ и децентрализованных систем управления на базе микро- и миниЭВМ для каждого стана и агрегата в отдельности должны уточняться на стадии разработки технического задания в зависимости от конкретных условий (объем производства, сортамент, состав оборудования и его эксплуатационное состояние и т.п.) и технико-экономической эффективности применения рекомендуемых средств и систем автоматизации.

Агрегаты цеха холодной прокатки оснащаются средствами автоматического контроля и системами регулирования и управления, обеспечивающими выполнение технологических требований, а также автоматизацию работы механизмов, диагностику неисправностей, учет работы оборудования и готовой продукции.

#### **3.5.1. Непрерывный травильный агрегат**

##### **Функции:**

- слежение за рулонами от разматывателя до маркировочной машины;
- входная часть агрегата:



Рис. 6. Схема АСУ ТП толстолистового стана:

системы: 1 - автоматической задачи слябов в печь; 2 - автоматической настройки шагающих балок; 3 - автоматической выдачи слябов из печи; 4 - управления транспортировкой слябов; 5 - слежения за положением слябов; 6 - автоматического регулирования темпа прокатки; 7 - сбора, обработки и выдачи информации; 8 - диагностики неисправностей оборудования; 9 - автоматической настройки и перестройки механизмов клетки; 10 - автоматического управления главным приводом; 11 - автоматического управления нажимным механизмом; 12 - автоматического управления гидросбивом; 13 - автоматического регулирования толщины листа; 14 - автоматического управления технологической смазкой; 15 - автоматического управления транспортными рольгангами; 16 - автоматического подвода полосы к ножницам; 17 - автоматической порезки переднего конца полосы; 18 - автоматической порезки заднего конца полосы с учетом получения заданной длины полосы; 19 - автоматической подачи и останова полосы перед нормализационной печью; 20 - автоматического нагрева и покачивания полосы при термообработке; 21 - автоматического взвешивания и подсчета количества листов; 22 - автоматической сортировки листов; 23 - автоматического клеймирования, пакетирования и складирования;

средства автоматического контроля: 24 - датчик положения металла; 25 - измеритель темпа выдачи металла из печи; 26 - дефектоскоп поверхности слябов; 27 - счетчик числа слябов, выданных из печи; 28 - весы для взвешивания слябов и листов; 29 - датчик положения валков; 30 - датчик положения направляющих линеек; 31 - датчик скорости вращения; 32 - измеритель усилия прокатки; 33 - измеритель крутящего момента; 34 - измеритель температуры; 35 - измеритель толщины; 36 - измеритель ширины; 37 - прибор для контроля формы полосы; 38 - измеритель длины; 39 - прибор для контроля твердости металла; 40 - дефектоскоп для контроля внутренних дефектов листа; 41 - измеритель глубины обезуглероженного слоя; 42 - дефектоскоп качества поверхности листа

- управление подачей рулонов, включая управление центрированием по ширине и высоте;
- управление удалением обвязочной ленты;
- управление задачей полосы в правильные машины;
- управление ножницами для обрезки концов полосы;
- управление автоматической подачей полосы к сварочной машине;
- управление сварочной машиной;
- управление отдельными механизмами: боковыми направляющими, прижимными роликами, емкостью для обрезки;
- слежение за сварным швом;
- расчет (выбор) уставок и управление технологическим режимом обработки полосы:
  - оптимальной скоростью травления;
  - натяжением полосы (на натяжных роликах агрегата, в накопителях, на моталке и разматывателе);
  - шириной обрезаемой кромки полосы;
  - относительным обжатием в дрессировочной клетки;
  - удлинением полосы при правке растяжением;
- управление скоростным режимом разматывателя и моталки (в функции заданной скорости травления, положения сварного шва, запаса полосы в накопителях);
- регулирование температуры травильного раствора;
- регулирование концентрации травильного раствора;
- регулирование провисания полосы в ваннах;
- центрирование полосы;
- управление заполнением баков-мерников кислоты и щелочи;
- управление первоначальным приготовлением травильного раствора в кислотных ваннах;
- управление механизмами агрегата и последовательностью операций по транспортированию полосы;
- выходная часть агрегата:
  - управление устройством для опрессовки стороны сварного шва;
  - управление кромкообрезными ножницами;
  - программное управление работой промасливающей машины;
  - управление заправкой полосы в моталку;

- управление формированием рулона (автоматическим ре- зом) в функции массы или диаметра рулона, положения сварного шва;
- управление точным останом моталок (позиционировани- ем конца полосы на рулоне);
- управление уборкой рулонов;
- управление переключающим устройством полосы (с мотал- ки на моталку);
- управление отдельными механизмами: тележками, сни- мающими рулоны с моталки, включая управление центри- рованием по ширине и высоте; обвязочной машиной; веса- ми; маркировочной машиной; цепным транспортером; от- водящим конвейером;
- управление регенерацией травильного раствора;
- учет расхода энергоносителей;
- сбор, обработка и выдача технической и производственной ин- формации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностика неисправностей оборудования.

***Средства автоматического контроля:***

- наличия рулона на разматывателе и моталке;
- диаметра и ширины рулона;
- положения рулона на разматывателе;
- начала и конца полосы;
- толщины полосы;
- положения полосы относительно продольной оси агрегата;
- качества сварного шва (на расстрой и непровар, а также, по па- раметрам процесса сварки);
- положения сварного шва;
- удлинения полосы при правке растяжением и дрессировке;
- натяжения полосы;
- скорости движения полосы в травильных ваннах;
- расхода и давления в трубопроводах: пара, холодной и горячей воды, кислоты и нейтрализующего раствора;
- уровня кислоты, щелочи, травильного и нейтрализующего рас- твора в баках и ваннах агрегата;
- величины провисания полосы в каждой ванне агрегата;
- кислотности воды в ванне промывки;
- массы рулона на разматывателе и на моталке НТА;
- качества травления поверхности полосы;

- качества полосы на внутренние и поверхностные дефекты в хвостовой части агрегата;
- положения (сближения) механизмов.

**Системы:**

- слежения за рулонами от разматывателя до маркировочной машины;
- управления механизмами головной части агрегата;
- управления натяжением полосы и скоростным режимом агрегата;
- слежения за сварным швом;
- центрирования полосы относительно оси агрегата;
- определения уставок и управления режимом обработки полосы;
- контроля и управления расходом пара, холодной и горячей воды, кислоты и нейтрализующего раствора;
- контроля качества травления;
- контроля наличия поверхностных и внутренних дефектов полосы;
- управления механизмами хвостовой части агрегата;
- сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

### **3.5.2. Непрерывный стан холодной прокатки**

**Функции:**

- слежение за рулонами от разматывателя до маркировочной машины;
- расчет уставок для настройки стана на прокатку заданного сортамента;
- управление основными и вспомогательными механизмами прокатного стана;
- управление скоростным режимом прокатки;
- регулирование натяжения полосы;
- регулирование толщины полосы;
- регулирование планшетности полосы;
- центрирование полосы по оси стана;
- контроль температуры полосы и валков;
- регулирование расхода смазочно-охлаждающей жидкости;
- измерение усилия прокатки и крутящих моментов;

- учет расхода энергоносителей;
- сбор, обработка и выдача технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностика неисправностей оборудования.

**Средства автоматического контроля:**

- наличия рулонов на разматывателе и моталке;
- диаметра и ширины рулона;
- положения рулона на разматывателе (по оси стана и высоте);
- начала и конца полосы;
- положения сварного шва;
- положения полосы относительно продольной оси стана;
- усилия прокатки;
- крутящего момента на шпинделях;
- усилия устройств гидрорегулирования клетей;
- давления рабочей жидкости в гидравлическом нажимном устройстве (ГНУ);
- температуры полосы и валков;
- перемещения вспомогательных механизмов;
- зазора между рабочими валками;
- натяжения полосы;
- толщины полосы;
- планшетности полосы;
- скорости полосы;
- длины полосы;
- массы рулонов;
- расхода смазочной и охлаждающей жидкостей.

**Системы:**

- автоматической перевалки рабочих валков;
- автоматической подачи и уборки рулонов, включая управление центрированием по ширине и высоте;
- автоматической задачи полосы в клети;
- автоматического позиционирования механизмов, в том числе установка уровня прокатки;
- автоматического регулирования натяжения полосы между клетью и разматывателем;
- автоматического регулирования температуры валков;
- автоматической установки параллельности валков;
- автоматического управления соосностью валков;



- автоматического регулирования скорости прокатки, в том числе при прокатке участков сварных швов, заправке и выпуске полосы;
- автоматического регулирования межклетевых натяжений;
- автоматического регулирования толщины полосы;
- автоматического регулирования планшетности полосы;
- автоматического центрирования полосы;
- автоматического регулирования натяжения полосы между клетью и моталкой;
- точной остановки барабана моталки при выпуске полосы из валков;
- автоматического регулирования параметров смазочно-охлаждающей жидкости;
- расчета и выдачи уставок параметров (растворы и скорости валков, натяжение полосы, растворы линеек и т.д.), необходимых для оптимальной настройки стана на прокатку заданного сортамента;
- оптимизации процесса прокатки;
- слежения за рулонами от разматывателя до маркировочной машины;
- сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностики неисправностей оборудования.

На рис. 7 приведена схема POA непрерывного стана холодной прокатки.

### **3.5.3. Реверсивный стан холодной прокатки**

Все функции, средства и системы автоматического контроля и регулирования реверсивного стана холодной прокатки аналогичны функциям, средствам и системам непрерывного стана холодной прокатки (за исключением контроля и регулирования межклетевых натяжений).

Добавляется лишь контроль числа витков на моталках и система автоматического останова стана в каждом пропуске.



Рис 7. Схема АСУ ТП стана холодной прокатки:

системы: 1 - автоматической перевалки рабочих валков; 2 - автоматической подачи и уборки рулонов; 3 - автоматической задачи полосы в клетки; 4 - автоматического позиционирования механизмов; 5 - автоматического регулирования натяжения полосы между клетью и разматывателем; 6 - автоматического регулирования температуры валков; 7 - автоматической установки параллельности валков; 8 - автоматического управления соосностью валков; 9 - автоматического регулирования скорости прокатки; 10 - автоматического регулирования межклетевых натяжений; 11 - автоматического регулирования толщины полосы; 12 - автоматического регулирования планшетности полосы; 13 - автоматического центрирования полосы; 14 - автоматического регулирования натяжения полосы между клетью и моталкой; 15 - точной остановки барабана моталки; 16 - автоматического регулирования параметров смазочно-охлаждающей жидкости; 17 - расчета и выдачи уставок параметров; 18 - оптимизации процесса прокатки; 19 - слежения за рулонами от разматывателя до маркировочной машины; 20 - сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации; 21 - диагностики неисправностей оборудования;

средства автоматического контроля: 22 - датчики наличия рулонов на разматывателе и моталке; 23 - измеритель диаметра и ширины рулона; 24 - измеритель положения рулона на разматывателе (по оси стана и высоте); 25 - датчик начала и конца полосы; 26 - датчик положения сварного шва; 27 - датчик положения полосы относительно продольной оси стана; 28 - измеритель усилия прокатки; 29 - измеритель крутящего момента на шпинделях; 30 - измеритель усилия устройств гидрорегулирования клетей; 31 - датчик давления рабочей жидкости в гидравлическом нажимном устройстве (ГНУ); 32 - измеритель температуры полосы и валков; 33 - датчик перемещения вспомогательных механизмов; 34 - измеритель зазора между рабочими валками; 35 - измеритель натяжения полосы; 36 - измеритель толщины полосы; 37 - измеритель планшетности полосы; 38 - измеритель скорости полосы; 39 - измеритель длины полосы; 40 измеритель массы рулонов; 41- датчики расхода смазочной и охлаждающей жидкостей

### 3.5.4. Дрессировочный стан

Все функции, средства и системы автоматического контроля и регулирования реверсивного стана холодной прокатки аналогичны функциям, средствам и системам непрерывного стана холодной прокатки (за исключением контроля и регулирования межклетевых натяжений и толщины полосы).

Добавляется лишь контроль и система автоматического регулирования относительного обжатия полосы.

### 3.5.5. Разделочный агрегат

#### **Функции:**

- слежение за металлом от разматывателя до маркировочной машины;
- управление петлерегулированием и скоростными режимами механизмов агрегата;
- управление летучими ножницами;
- контроль толщины, планшетности, качества поверхности и внутренних дефектов листов;
- учет расхода энергоносителей;
- сбор, обработка и выдача технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
- диагностика неисправностей оборудования.

#### **Средства автоматического контроля:**

- наличия рулона на разматывателе и моталке;
- диаметра и ширины рулона;
- положения рулона на разматывателе: по оси агрегата и по высоте;
- начала и конца полосы;
- фотоэлектрические датчики петлерегуляторов;
- измеритель толщины полосы;
- датчики:
  - длины листа;
  - реза на валу барабана ножниц;
  - контроля качества поверхности листа;
  - контроля внутренних дефектов листа;
  - контроля планшетности листа;
  - наличия листов на транспортере;

- уровня пакета;
  - счетчик листов при наборе в пакет;
  - весы для рулонов и пачек листов.
- Системы автоматизации:**
- заправки и центрирования рулона на оси разматывателя;
  - петлерегулирования;
  - пореза полосы на карты мерной длины;
  - сопровождения и рассортировки листов по толщине, наружным и внутренним дефектам, планшетности;
  - счета листов в пачке;
  - торможения агрегата в конце полосы;
  - сбора, обработки и выдачи технической и производственной информации, поступающей с пультов ручного ввода, от средств автоматического контроля и систем автоматизации;
  - учета продукции по теоретическому весу.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами: Справочник / А.З.Грищенко, В.П.Грищук, В.М.Денисенко и др.; Под ред. Б.Б.Тимофеева. К.: Техніка, 1983. 351 с.
2. Рациональный объем автоматизации крупносортовых, непрерывно-заготовочных и рельсобалочных станов / В.А.Авдеев, И.Г.Узлов, Д.К.Нестеров и др. 3-я ред. М.: МЧМ СССР, НПО "Днепрчерметавтоматика", 1987. 29 с.
3. Рациональный объем автоматизации среднесортно-мелкосортно-проволочного стана / Д.К.Нестеров, В.А.Авдеев, Ю.Г.Гончаров и др. 3-я ред. М.: МЧМ СССР, НПО "Днепрчерметавтоматика", 1987. 17 с.
4. Рациональный объем автоматизации широкополосных станов горячей прокатки / И.Г.Узлов, С.В.Губарт, В.М.Виноградов и др. 2-я ред. М.: МЧМ СССР, НПО "Черметавтоматика", 1982. 21 с.
5. Рациональный объем автоматизации толстолистовых станов / Ф.Б.Долженков, В.А.Авдеев, В.М.Виноградов и др. 3-я ред. М.: МЧМ СССР, НПО "Черметавтоматика", 1987. 19 с.
6. Рациональный объем автоматизации агрегатов производства углеродистого холоднокатаного листа / В.И.Мелешко, Е.М.Борисов, Л.А.Чарихов и др. 2-я ред. М.: МЧМ СССР, НПО "Черметавтоматика", 1982. 36 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	1
2. ОБЩИЕ ФУНКЦИИ АСУ ТП .....	3
3. РАЦИОНАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ .....	4
3.1. Крупносортовые, непрерывно-заготовочные и рельсобалочные станы .....	5
3.1.1. Участок холодного склада заготовок .....	5
3.1.2. Участок нагревательных печей .....	6
3.1.3. Участок обжимной (черновой) реверсивной клетки .....	7
3.1.4. Участок непрерывной группы клеток .....	7
3.1.5. Участок пил горячей резки и холодильников .....	8
3.1.6. Участок отделки проката .....	9
3.1.7. Участок склада готовой продукции .....	10
3.1.8. Цеховой уровень управления прокатным станом .....	11
3.2. Среднесортно-мелкосортно-проволочные станы .....	11
3.2.1. Функции АСУ ТП .....	15
3.2.2. Средства и системы автоматизации .....	15
3.3. Широкополосные станы горячей прокатки .....	20
3.3.1. Участок нагревательных печей .....	20
3.3.2. Черновая группа клеток .....	21
3.3.3. Чистовая группа клеток .....	22
3.3.4. Участок моталок (отводящий рольганг, моталки, оборудование для уборки рулонов, конвейер) .....	26
3.4. Толстолистовые станы .....	27
3.4.1. Функции АСУ ТП .....	27
3.4.2. Средства и системы автоматизации .....	29
3.5. Агрегаты цеха холодной прокатки .....	33
3.5.1. Непрерывный травильный агрегат .....	33
3.5.2. Непрерывный стан холодной прокатки .....	37
3.5.3. Реверсивный стан холодной прокатки .....	39
3.5.4. Дрессировочный стан .....	41
3.5.5. Разделочный агрегат .....	41
Библиографический список .....	42

Рациональный объем автоматизации прокатных станов. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине "Основы автоматизации процессов ОМД" для студентов специальности 110600

Составитель

Борис Яковлевич Омельченко

Издаётся полностью в авторской редакции  
Тем план 2004, поз.77.

Подписано в печать 23.03.04      Формат 60x84 1/16.      Бумага тип.№ 1.  
Плоская печать.      Усл печ.л.3,00      Уч.-изд л.3,15.      Тираж 100 экз.  
Заказ 240 .



Издательский центр МГУ им.Г.И.Носова  
455000, Магнитогорск, пр.Ленина, 38  
Полиграфический участок МГУ