



**Автоматизація
виробничих
процесів**



*Всеукраїнський
науково-технічний
журнал*

2 (13)

КИЇВ 2001

**СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АСУ ТП
ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Ю. Б. Беляев, докт. тех. наук

Эффективность работы автоматизированных прокатных станов металлургического производства, выпускающих продукцию с жесткими требо-

ваниями к геометрическим размерам годного, невозможна без надежной и достоверной информации об основных технологических параметрах, особенно с учётом объективных несовершенств оборудования и технических трудностей прямого измерения физических величин — сил, перемещений, скоростей, размеров проката, позиций исполнительных механизмов. В ряде случаев, связанных как с горячей, так и холодной прокаткой металла, кроме контактных датчиков, необходимо применять бесконтактные средства измерения технологических параметров на основе достижений оптоэлектронной техники. В настоящее время ведущие зарубежные фирмы предложили новые технические средства измерения и контроля технологических параметров прокатки металла. Поставщиками измерительной техники являются фирмы: «George KELK Corporation» (Канада), «USCANGe» (Франция), «MODULOC» (Великобритания), краткие технические описания продукции которых по видам и принципам измерений физических величин приведены в настоящей статье.

Контактные механоэлектрические измерители силовых и деформационных параметров фирмы «KELK»

Структура построения наиболее распространенной системы измерения усилий прокатки представлена в работе [1].

В структуру входят:

1. Преобразователи: первичными преобразователями системы ROLLMAX являются *тензометрические датчики сил сжатия* (месдозы), встраиваемые в оборудование прокатных станов. В системе может быть использован любой из четырех вариантов месдоз:

- *кольцевых* — устанавливаются между станиной и гайками электромеханических нажимных винтов или под нажимными винтами: грузоподъемность до 10 000 тс;
- *дисковых* — устанавливаются вверху клетки между подушками верхнего опорного вала и торцами электромеханических нажимных винтов; они также могут быть встроены в цилиндры гидравлических нажимных устройств: грузоподъемность до 5000 тс;
- *прямоугольных* — устанавливаются внизу клетки между станиной и подушками нижнего опорного вала: грузоподъемность до 7500 тс;
- *тавровых* (Т-образных в поперечном сечении) — устанавливаются внизу клетки между станиной и подушками нижнего опорного вала: грузоподъемность до 7500 тс.

Сигналы месдоз обрабатываются 8-канальным цифровым процессором P1000 или 4-канальным аналоговым усилителем P400 с широким набором стандартных функций для решения конкретных задач измерения усилий прокатки. Длина кабельной трассы от месдоз до шкафа со вторичной аппаратурой — не более 150 м. Минимальное сопротивление тензорезисторного моста 120 Ом. Максимальное напряжение возбуждения 15 В постоянного **ИЛИ** переменного тока. Выходной сигнал 1 — 1,8 мВ на 1 В напряжения возбуждения при номинальной нагрузке. Быстродействие — менее 0,1 мс. Линейность — в пределах $\pm 0,5$ % от полного диапазона выходного сигнала. Гистерезис — в пределах $\pm 0,3$ % от полного диапазона выходного сигнала. Повторяемость — в пределах $\pm 0,1$ % от полного диапазона выходного сигнала. Диапазон рабочих температур — от 0 до 150 °С. Деформация осевая — 0,1 % высоты месдозы при номинальной нагрузке. Точность калибровки — $\pm 0,1$ % от полного диапазона выходного сигнала при нагрузке.

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики тензометрических месдоз фирмы «KELK» и известных магнитопроницаемых месдоз консорциума «ASEA Brown Bce - ABB».

2. Датчики деформации станин клетей — *ЕХТЕУБОМЕТЕЯ* — предназначены в основном для индикации наличия металла в валках клетки и для измерения усилий прокатки путем определения деформации растяжения стоек станины клетки. Датчики совместимы с 8-канальным цифровым процессором Р1000 и 4-канальным аналоговым усилителем Р400. Они сравнительно недороги и легко монтируются, обеспечивая надежную и повторяемую индикацию усилий для целого ряда применений. Установленные в клетки датчики требуют обязательной градуировки специальным калибратором сил, вводимым в межвалковое пространство клетки.

3. *Силоизмерительные датчики общепромышленного назначения* применяются для индикации и управления нагрузками или натяжениями в тяжелых промышленных условиях эксплуатации, например, при взвешивании готовой продукции и в условиях, требующих повышенную надежность и точность измерений силовых параметров. Диапазон номинальной силовой нагрузки — от 100 кгс и более (по заказу). Технические характеристики датчиков аналогичны приведенным в п.1.

Табл. 1. Сравнительные характеристики тензометрических месдоз фирмы «KELK» и магнитопроницаемых месдоз консорциума «ASEA Brown Boveri (ABB)»

№ п/п	Характеристики	Месдозы КЕБК	Месдозы АВВ
1	Точность градуирования	0,1 % до $P = 5000$ тс, подтвержденная Национальным институтом стандартов и технологий Канады	0,1% до $P = 500$ тс, 0,5 % свыше 500 тс
2	Линейность и распределение нагрузки	Линейность характеристики сохраняется при превышении номинальной нагрузки, т.е. концентрирует силу пропорционально равномерно-распределенной нагрузке, которая перегружает некоторые части контактной поверхности месдозы без искажений линейности характеристики	Характеристики магнитопроницаемых пластин набора шихтованного элемента являются нелинейными при перегрузках, т.е. концентрируют силу пропорционально равномерно-распределенной нагрузке, которая перегружает всю контактную поверхность месдозы и не может точно объединить нагрузку, из-за чего возникает нелинейность и ошибка преобразования даже тогда, когда общая нагрузка не превышает номинальную
3	Быстродействие (время восстановления сигнала — реакция на силовое воздействие)	Менее 0,1 мс в диапазоне изменения нагрузки (0—90)%. Выход усилителя 0,5 мс постоянного тока возбуждения	0,7 мс в диапазоне изменения нагрузки (0 — 90)%. Ограничено частотой возбуждения 1,6 кГц
4	Чувствительность	Деформационные тензодатчики обладают поперечной чувствительностью менее 1%. Это свойство и высокая жесткость позволяют пренебречь посторонними нагрузками и скручиванием	Магнитопроницаемые элементы чувствительны к вертикальным и горизонтальным составляющим силовой нагрузки. Зазоры между зонами измерений (пластинами шихтованного элемента) снижают чувствительность и устраняют поперечную чувствительность, когда месдоза подвергается посторонним нагрузкам и скручиванию
5	Помехоустойчивость	Отличная при стандартном сигнале 15 мВ. Усилитель обладает свойством отклонения 100 дБ на 60 Гц	Типовой сигнал 0,5 В имеет отклонение 5 мВ колебаний в полосе пропускания частот 10 кГц

Продолжение табл. 1

№ п/п	Характеристики	Месдозы KELK	Месдозы ABB
6	Факторы, влияющие на сигнал	1. Влажность и загрязненность не влияют на сигнал и на работоспособность месдозы 2. Проверка встроенных тензодатчиков и их калибрование занимают несколько секунд	1. Месдоза содержит склеенные пластины толщиной 0,7 мм каждая и электрические компоненты в коробке 2. В связи с питанием частотой 1,6 Гц разгерметизация может привести к понижению сигнала из-за влажности 3. Отсутствует возможность проверки постепенного изменения чувствительности из-за магнитной непроницаемости
7	Долговечность	Обусловлена тяжелыми условиями работы прокатных станов. Размеры и прочность месдоз приспособлены к конкретному оборудованию	Может быть ограничена в результате плохого технического обслуживания или вследствие изгиба сопрягаемых деталей и узлов клетки прокатного стана. Немонолитная (шихтованная) конструкция месдоз податлива. Размеры и прочность чувствительного элемента ограничены высотой 74 мм. Долговечность поддерживается только в условиях чистоты и тщательного технического обслуживания
8	Температурная устойчивость	Максимальное значение воздействия температуры — менее 180 °C	Максимальное значение воздействия температуры — менее 90 °C
9	Перегрузочная способность	300 % — при сохранении пропорциональности характеристики без смещения нуля; 500 % — без изменения градуировочной характеристики; 700 % — без механических повреждений	300 % — без изменения градуировочной характеристики; 500 % — без разрушений
10	Предел прочности	Устойчивость монолитной конструкции месдозы при больших перегрузках и неровностях поверхностей сопрягаемых деталей места установки без повреждений. Допускаемое напряжение среза — до 537 МПа	Требуется обеспечить высокую точность сочетания условий контакта месдозы с сопрягаемыми деталями во избежание снижения магнитной проницаемости и крутизны градуировочной характеристики. Допускаемое напряжение среза — до 21 МПа
11	Устойчивость к механическим несовершенствам	Монолитная конструкция месдозы устойчива к повреждениям при контакте с нагруженными поверхностями	Износ и разъединение шихтованного пакета склеенных пластин чувствительного элемента вызывают снижение его магнитной проницаемости
12	Гарантия	5 лет без изменений характеристик, вызываемых условиями эксплуатации	Разнообразная

4. Датчики **давления жидкости** — это компактные быстродействующие датчики, которые предназначены для измерения давления жидкости в гидравлических системах прокатных станов и в других ответственных промышленных агрегатах, например, в системах гидравлических нажимных устройств, механизмах противоизгиба валков и цилиндрах перемещения боковых направляющих.

Датчики совместимы с цифровым процессором P1000 и аналоговым усилителем P400. Верхние пределы измерения давления — от 3,5 до 35 МПа. Электрическая схема — мостик *Уинаноуна*. входное и выходное сопро-

тивление 350 Ом. Напряжение возбуждения — 10 В постоянного тока. Выходной сигнал — 2 мВ на 1 В напряжения возбуждения ± 15 % при номинальном давлении. Линейность — в пределах $\pm 0,15$ % от полного диапазона выходного сигнала. Гистерезис — менее 0,05 % от полного диапазона выходного сигнала. Повторяемость — в пределах 0,05 % от полного диапазона выходного сигнала. Тепловой дрейф нуля — $\pm 0,008$ % от полного диапазона выходного сигнала на ГС в компенсированном диапазоне от 20 до 100°C. Перегрузочная способность — 200 % от номинального давления без сдвига нуля, 500 % от номинального давления без механического повреждения. Диапазон рабочих температур — от 0 до 100°C. Размеры с резьбовым присоединением: диаметр 40,6 мм, высота 52,3 мм; с фланцевым присоединением: диаметр 40,6 мм, высота 58,4 мм.

5. *Магнитные датчики абсолютных линейных перемещений* предназначены для получения информации о положении гидравлических нажимных устройств по перемещению цилиндра, а также для контроля положения боковых направляющих линеек, движения электромеханических нажимных винтов. Датчики выпускаются в двух модификациях: внутреннего исполнения (P591), которое встраиваются в гидравлическое нажимное устройство; внешнего исполнения (P614), которое монтируются снаружи, например, между подушками валков и станиной клетки. Датчики совместимы с 2-канальным электронным блоком модели P592.

Диапазон перемещений — от 25 до 1000 мм и более (при необходимости). Длина датчика: P591 — 303 мм плюс диапазон перемещения; P614 — 490 мм плюс диапазон перемещения. Линейность — в пределах $\pm 0,05$ % от диапазона перемещения. Гистерезис — «малая» петля менее 5 мкм, «большая» — менее 20 мкм. Повторяемость — P591 в пределах ± 2 мкм; P614 в пределах ± 4 мкм. Диапазон рабочих температур — от 0 до 66°C. Рабочее давление в датчике P591 — 41 МПа, испытательное давление — 55 МПа. Потребность в охлаждающей воде для датчика P614: от 10 л/мин при температуре до 30°C с фильтрацией через ячейки 0,8 мм.

6. *Измерители натяжения полос* — тензометры — предназначены для измерения натяжения полосы, создающей давление на динамически сбалансированный ролик. Узлы тензометрических датчиков, смонтированных под подшипниками с обеих сторон измерительного ролика, воспринимают вертикальную составляющую силы натяжения полосы, перпендикулярную основанию. Выходные сигналы датчика с учетом известных члв отклонения или охвата полосы, а также геометрических размеров установки дают значение натяжения полосы. Непосредственно в подшипник встроен датчик скорости. В аналоговых системах устанавливается отдельный модуль универсального компенсатора угла охвата иУАС, являющегося стандартной функцией, встроенной в 2-канальный цифровой процессор P640.

Бесконтактные оптоэлектронные измерители геометрических параметров

7. *Лазерные измерители скорости и длины полос фирмы «КЕБК» — АССШРЕЕБ.* В лазерном измерителе нового поколения применена технология, основанная на эффекте Доплера и других традиционных методах измерения лазерами скорости и длины.

Функции измерителя — определение потока массы для САРТ, контроль скорости для определения удлинения полосы, прослеживание полосы для ее оптимального реза, сопровождение полосы для контроля поверхности, контроль непрерывной разливки жидкого металла, отображение полосы (совместно с шириномером), отслеживание скорости движения полосы для системы регулирования ширины на станах горячей и холодной прокат-

ки листового металла, сортовых, трубопрокатных, секционных и толсто-листовых станах, агрегатах обработки и др.

Предлагаются четыре модели измерителя с видимым лучом лазера:

А8Б2100Аи А8О2100В — для установки над полосой (на высоте до 2,1 м);

А8О2100С и А8О210(Ю (с перископом) — для установки под полосой с защитой от перегрева и загрязнения оптики прибора, ударов и вибраций.

Электронный блок прибора с цифровой индикацией скорости и длины полосы, монтируемый в стандартный 19-дюймовый кожух в настольном исполнении, выполняет следующие функции: обрабатывает сигналы оптической головки, контролирует и фиксирует качество этих сигналов, компенсирует изменение температуры внутри оптической головки, выводит измеряемые величины, обеспечивает доступ пользователя для начальной настройки, опроса, диагностики, обеспечивает все необходимые функции для безопасной работы лазера. С прибором поставляются любые комбинации интерфейсов по требованию заказчиков.

8. *Измерители ширины полос фирмы «КЕБК» — АССШСАМ', АССиВАМБ. АССиБСАК* — модель С765 — система сканирования полосы для измерения ее ширины и отклонения от средней линии прокатки. Система включает программное обеспечение для выделения боковых кромок и интерполяции и состоит из одной, двух или четырех линейносканирующих камер, каждая с 2048 фотоприборами с зарядовой связью. Количество камер, расстояние между ними, высота установки и фокусное расстояние для конкретного применения зависят от диапазона измеряемой ширины листа, максимального отклонения средней линии и требуемой точности измерений. С каждой системой сканирования поставляется калибратор, размещаемый над подсветкой для градуировки прибора.

Предлагаются две модификации шириномера: модель С765-А (без источника света) использует энергию горячей металлической полосы температурой более 700°C; модель С765-В с принудительной подсветкой при температуре полосы ниже 100°C. Для работы при температуре полосы от 100 до 1100 °C имеется дополнительная водоохлаждаемая подсветка.

Электронный блок состоит из платы центрального процессора и плат обработки сигналов кромок полосы. Вся электроника заключена в настенный шкаф, удаленный от камер на 15 м. Информационные связи с главным компьютером управления осуществляются через последовательный порт по 118232 без потенциальной развязки. Как альтернатива имеется 118422 (выбирается заказчиком).

АССUBAND — модель С865 — стереоскопический измеритель ширины полосы и ее отклонения от средней линии на прокатных станах. Использование стереоскопического метода путем тригонометрических вычислений позволяет сохранить точность измерения ширины движущейся полосы при ее вертикальных смещениях (подскоках) над рольгангом.

Шириномер модели С865-А работает без дополнительного источника света, используя энергию горячего металла при температуре от 700 до 1250°C, шириномер модели С865-Б работает с подсветкой для обеспечения достаточного для проведения измерений контраста боковых кромок полосы. Эта модель рассчитана на работу при температуре материала, не превышающей 100°C. При температурах материала от 100 до 1100°C имеется дополнительная водоохлаждаемая подсветка с яркими лампами.

Как правило, кабина с двумя сканирующими фотокамерами монтируется на высоте 3—4 м над поверхностью рольганга поперек движения полосы, обеспечивая требуемое поле обзора для полос шириной до 2100 мм.

Шириномер модели С965-А работает от излучения горячей полосы в широком температурном диапазоне, а шириномер модели С965-В рассматривает полосу в виде темного объекта на фоне подсветки, установленной под рольгангом. Высокая точность измерения ширины полосы достигается

путем применения стереоскопического метода для компенсации изменения положения кромок из-за скачков полосы, отклонений, волнистости краев и разнотолщинности полосы. Сложные высокоскоростные процедуры, базирующиеся на микропроцессорах, обеспечивают точное выделение кромок полосы, несмотря на колебания температуры, наличие окалины и пара. Выходными данными шириномера являются: ширина полосы, ее отклонение от заданной номинальной величины и от средней линии прокатки.

Технические особенности шириномера модели С965:

- точность ширины полосы в потоке в пределах $\pm 0,9$ мм при наличии окалины, пара, брызг воды, скачков полосы, ее отклонений, боковых перемещений и отклонения температуры по кромке;
- быстродействующее снятие параметров с головы полосы и их обработка (до 1250 измерений в секунду);
- быстрый контроль калибровки в линии стана, позволяющий получить подтверждение о правильности работы измерителя;
- преобразование ширины «горячей» в «холодную» как через коэффициент усадки металла, вводимый пользователем, так и через кривые линейного расширения от температуры, также вводимые пользователем;
- диагностическая система контролирует работу измерителя (сигнал «измеритель в порядке» передается в главную ЭВМ стана).

Обслуживающий персонал может осуществлять дополнительное диагностирование через терминал в главном электронном шкафу. Панель оператора поставляется в виде настольного компьютера.

Система оптимизации обреза подката — модель С965-С (с замкнутым контуром) — состоит из двух объединенных компонентов: системы определения геометрии обреза и системы контроллера ножниц. Основой первой системы является шириномер ACCUBAND с функциями показа геометрии концов полосы, классифицирования их формы, определения оптимальной длины обрезаемой части подката. Базовым блоком второй системы является контроллер с замкнутым контуром ACCUCROP с функциями слежения за скоростью и положением полосы, управления скоростью и положением лезвий обрезных ножниц.

При разомкнутом контуре система выдает команду на начало операции реза, а дальнейшим движением ножниц управляет система поставки заказчика. С замкнутым контуром регулирования операция реза осуществляется под управлением системы оптимизации реза. Имеются две модификации системы по функциям, скомбинированным двумя различными путями: модель КХ — «Выход из черновой клетки» и модель ССЕ — «Вход в ножницы». Сравнительные характеристики модификаций шириномеров приведены в табл. 2.

Табл. 2. Характеристики различных модификаций шириномеров

Параметры	Модель С965	Модель С865	Модель С765	Особенности
Тип датчика (первичного преобразователя)	Приборы с зарядовой связью 2048 фоточувствительных элементов	Приборы с зарядовой связью 2048 фоточувствительных элементов	Приборы с зарядовой связью 2048 фоточувствительных элементов	
Точность	$\pm 0,9$ мм	$\pm 0,9$ мм	$\pm 0,1$ % поля зрения ($\pm 0,05$ % для определения позиций кромок, смещения оси полосы)	

Продолжение табл. 2

Параметры	Модель С965	Модель С865	Модель С765	Особенности
Расстояние от объекта	От 3 до 4 м	От 3 до 4 м	Различное, зависит от поля зрения	
Использование стереоскопического эффекта	Да	Да	Нет	
Температурный диапазон (сталь) для инфракрасного варианта	600 - 1250°C	700 - 1250°C	700 - 1250°C	
Ширина полосы	До 2100 мм	До 2100 мм	Любая	
Вертикальные движения полосы (подскоки)	До 450 мм при скорости движения полосы до 1 м/с	До 300 мм при скорости движения полосы до 0,5м/с	Любое вертикальное перемещение полосы влияет на точность	
Боковое смещение полосы	В пределах поля зрения до 500 мм/с	В пределах поля зрения до 500 мм/с	В пределах поля зрения до 500 мм/с	
Поле зрения датчика	Зависит от ширины полосы	Зависит от ширины полосы	Различное	
Излучение	Инфракрасное или с подсветкой	Инфракрасное или с подсветкой	Инфракрасное или с подсветкой	
Скорость сканирования	До 1100/с	До 500 /с	Выше 100 /с	
Быстродействие по голове полосы	4 мс	100 мс	100 мс	
Частота выдачи данных	10 мс	10 мс	10 мс	
Выходные сигналы	Стандартный аналоговый серийный, цифровой	Стандартные или другие нестандартные	Стандартные или другие нестандартные	
Калибрование	Динамическое	Статическое стандартное	Статическое	
Цена (зависит от выбранного типа и индивидуальных особенностей объекта)	250000 - 320000 дол.	80000 - 100000 дол.	45000 (одноканальная) — 65000 дол. (двухканальная)	129000 дол. (для ТЛС 3600 Азовстали, ММК)

9. Измеритель размеров и формы (в плане) толстых плит и полос — АССИРБАБ. Этот измеритель предназначен для съемки полных размеров в плане горячих слябов или толстых полос со стратегически высокой позиции и обеспечивает точное показание размеров в двух горизонтальных координатах, используя радиантную энергию горячего металла независимо от наличия пара и окатины. Современные толстолистовые станы, использующие такие измерители, продолжают устанавливать мировые рекорды производства годной продукции как идеально прямоугольной формы, так и специальных видов проката. Благодаря отображению информации измерений на экране монитора, операторы могут буквально видеть зарождение серповидности, что позволяет ввести необходимые корректировки между проходами для исправления формы. При этом увеличение выхода годной продукции может превысить! 5 %

Используя обратную связь от измерителя, можно производить точную подстройку МНЛЗ со сменным кристаллизатором для устранения кривизны слабов с соответствующим повышением годной продукции на последующих переделах. На прокатных станах и МНЛЗ измеритель может использоваться для получения данных о ширине в условиях, которые слишком сложны для шириномеров с применением полупроводниковых линеек или видеокамер (видиконов).

Измеритель предусматривает четыре модификации в следующих режимах:

- модель С10600-А — только ширина;
- модель С 10600-В — только ширина, длина/ширина;
- модель С10600-С — только ширина, длина/ширина, форма;
- модель С 10600-0 — три предыдущих режима плюс «длинная полоса».

Технические характеристики модели С10600-А, В, С:

- Точность (при установке сканера на высоте 20 м над линией прокатки) — ± 2 мм к 3 сигма.
- Повторяемость — ± 1 мм к 3 сигма.
- Разрешающая способность — 1 мм на выходе, 0,2 мм внутри измерителя.
- Шаг развертки — 100 или 200 мм — по оси длины и ширины.
- Частота измерений (развертки) — 27 измерений длины и ширины в секунду при остановленном слэбе; 13,5 измерений длины и 27 измерений ширины в секунду при движущемся слэбе на скорости до 3 м/с.

Модель СЮ600-Б — 27 измерений длины и ширины в секунду как на остановленном, так и на движущемся слэбе.

10. *Французской фирмой «иСКАБИОЕ» разработан лазерный измеритель планшетности металлических полос и листов при прокатке.*

Устройство измеряет реальную длину полосы, проходящей под тремя оптическими системами, расположенными по ширине полосы: одна система измеряет длину по центральной оси движения полосы, а две другие — по краям полосы вдоль ее боковых кромок — со стороны оператора на посту управления и со стороны привода рабочих валков клетки стана.

Коэффициенты удлинения и параметры неплоскостности полосы определяются геометрическими вычислениями, результаты которых передаются в информационные системы управления прокатным станом для оперативной оценки с целью последующего управления клетью и получения ровной плоской поверхности полосы.

Устройство в виде горизонтальной кабины размещено за последней чистовой клетью стана горячей прокатки на специальной металлоконструкции над движущейся полосой, плоскостность которой требуется измерять.

Геометрическое вычисление длины полосы методом триангуляции осуществляется путем измерения высот продольных неровностей ее поверхности относительно идеальной плоскости. Каждый триангулятор состоит из пары лазерных камер-фотоприемников и лазерного излучателя, посылающего световой луч на поверхность полосы. Фотоприемники воспринимают и регистрируют различные позиции трех точек в функции высоты неровностей поверхности полосы. Измеритель состоит из трех пар, которые выставлены и настроены следующим образом: одна — неподвижная — направлена на полосу для измерения высоты неровностей вдоль ее оси, а две подвижные — для измерения по краям полосы. Приемник предназначен для получения сигнала от излучателя, передачи его в ячейку, соответствующую центру точки лазерного луча.

11. *Английская фирма «МСЮиБОС» предлагает комплекс бесконтактных информационно-измерительных систем для прокатных станов:*

автономный детектор горячего металла МБ8100 с набором линз, их воздушной очистки и водяным охлаждением, питанием как переменным, так и постоянным током, большим выбором выходных сигналов;

детектор горячего металла ГУГО9100 **СО** световодом в нержавеющей оплетке в сочетании с высокотемпературными линзами, размещаемыми близко к объекту

детектор горячего металла МБ600 с вращающимся сканером используется для определения концов движущейся полосы;

детектор горячего металла «РШпІпсІег» с цифровым сканером оснащен современной цифровой техникой. На его работу в условиях прокатного производства не влияют ни размеры полосы, ни изменения в сортаменте и температуры. В основном применим для точной резки с измерением длины при воздействии пара и охлаждающей металл воды;

сканирующий детектор петли металла «ТгаіШпсІег» определяет местонахождение петли металла для управления скоростями клеток прокатного стана. Используется вращающаяся головка с дистанционным управлением и программируемым выходом через цифровой контроллер с автоматически регулируемым усилением.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Орловский Ю.В.* Система «НЮБМАХ» канадской фирмы «KEI_K-//Автоматизація виробничих процесів. — 2000. — №2(11). — С. 92-95.