



The complex of equipment on production of precision alloys, which will enable to create new and to improve existing technological processes due to rolling of big branded assortment of production, is considered.

А. А. ГОРЛОВА, С. В. РОДИНКОВ, В. В. АКСЕНОВ, ОАО АХК «ВНИИМЕТМАШ»

УДК 669.

КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫПУСКА ХОЛОДНОКАТАНОЙ ПОЛОСЫ И ЛЕНТЫ ИЗ ПРЕЦИЗИОННЫХ СПЛАВОВ

В 2010–2011 гг. ГНЦ АХК «ВНИИМЕТМАШ» в рамках проекта по техническому перевооружению научно-производственной базы ФГУП ЦНИ-ЧерМет им. Бардина изготовил и ввел в промышленную эксплуатацию комплекс оборудования по выпуску холоднокатаной полосы и ленты из прецизионных сплавов.

Настоящий комплекс предназначен для малотоннажного производства листов и ленты из сплавов инварного класса с высокими упругими свойствами, включая сплавы элинварного класса, магнитомягких и магнитотвердых сплавов с высоким омическим сопротивлением, аморфных материалов и термобиметаллов с пределом прочности до 1400 МПа. Техническая характеристика производимой продукции комплекса приведена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика производимой продукции

Заготовка в листах	Значение
Толщина (допуск), мм	3–4 (–10%)
Ширина, мм	100–200
Длина, мм	500–2500
Масса, кг	до 16
Заготовка в рулонах	
Толщина (допуск), мм	3 (–10%)
Ширина, мм	100–200
$d_{\text{внут. рулона}}$, мм	300
$D_{\text{нар. рулона}}$, мм	400
Масса, кг	50
Продукция в листах	
Толщина, мм	0,1–3 (–10%)
Ширина, мм	100–200
Длина, мм	до 2800
Продукция в рулонах	
Толщина, мм	0,1–2 (–10%)
Ширина, мм	100–200
$d_{\text{внут. рулона}}$, мм	300
$D_{\text{нар. рулона}}$, мм	400

Прецизионные сплавы применяются в оборонной промышленности, приборостроении, электротехнике как магнитомягкие, магнитотвердые сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения, с заданными свойствами упругости, сверхпроводящие сплавы, сплавы с высоким электрическим сопротивлением, термобиметаллы. Следует отметить, что производство листов и полос из указанных сплавов отличается достаточно сложной технологией, которая обеспечивается обширным комплексом различного дополнительного оборудования. В частности, разработанный в составе комплекса прокатный стан обеспечивает эффективную работу с линией правки листов, агрегатом формирования рулонов, печами для отжига рулонов и полос.

Оборудование комплекса можно разделить на три участка (рис. 1), каждый из которых может работать в автономном режиме: участок прокатного стана 320 хп; агрегат формирования рулонов и линия правки полос.

Основой комплекса является оборудование участка прокатного стана 320 хп. С учетом требований заказчика по размещению оборудования была разработана компактная конструкция про-

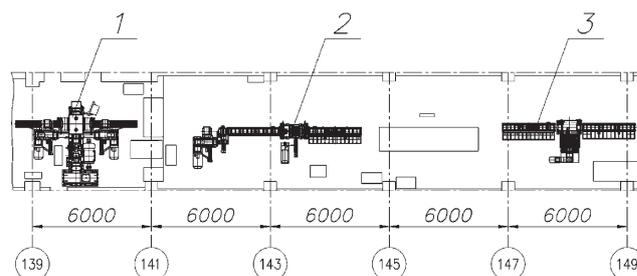


Рис. 1. План расположения оборудования комплекса на лабораторно-производственной площадке ФГУП ЦНИИЧМ: 1 – участок прокатного стана; 2 – агрегат формирования рулонов; 3 – линия правки полос

Т а б л и ц а 2. Техническая характеристика оборудования комплекса

Участок прокатного стана	
Тип стана	Дуо-кварто холодной прокатки
Диаметр валков дуо, мм	320
Диаметр опорных валков кварто, мм	320
Диаметр рабочих валков, мм	60 и 90
Длина бочки валков, мм	300
Тип нажимного устройства	Гидравлическое
Скорость прокатки, м/с	0,1–0,5
Усилие прокатки, кН	До 1500
Максимальный момент прокатки, кН×м	20
Максимальное усилие натяжения, кН	30
Тип технологической смазки	Синапол
Агрегат формирования рулонов	
Количество листов в пакете, шт.	До 10
Тип сварки	Плазменный
Толщина свариваемой полосы, мм	3 (–10%)
Ширина свариваемой полосы, мм	100–200
Усилие реза ножниц, кН	160
Ход сварочного блока, мм	200
Конструктивный ход сварочной горелки, мм	445
Скорость перемещения сварочной горелки, мм/с	1–30
Мощность привода перемещения сварочной горелки, кВт	0,5
Мах. сварочный ток, А	280
Линия правки полос	
Толщина, мм	3–4
Ширина, мм	200
Длина, мм	500–2500
Скорость правки, м/с	0,16
Число роликов правильной машины, шт.	9
Диаметр роликов, мм	150
Шаг роликов, мм	160
Усилие правки, кН	330

катного стана, позволяющая выполнять широкий спектр технологических операций по производству товарной продукции. Во избежание взаимных перекосов оборудования и обеспечения жесткой конструкции линии основные узлы стана соединены посредством стыковочных рам.

Конструкция рабочей клетки стана (рис. 2) позволяет использовать три варианта сборки валковых кассет: вариант дуо и два варианта кварто (с диаметрами рабочих валков 90 и 60 мм соответственно), причем в вариантах сборки кварто при-

водными являются опорные валки. Валковая кассета 1 устанавливается в станину 2 на плиту механизма перевалки 3 и фиксируется в рабочем положении прижимными планками. Конструкция валковой кассеты кварто выполнена таким образом, что подушки рабочих валков располагаются в пазах подушек нижнего опорного валка, что уменьшает вероятность их взаимного перекоса в горизонтальной плоскости.

С целью эффективного обслуживания линии стана перевалочный механизм смонтирован в станине рабочей клетки. В рабочем положении валковая кассета расположена на перевалочной плите с реечным приводом, которая лежит на опорной поверхности станины. При смене валков подушки кассеты приподнимаются до выбирания зазора между верхней плоскостью плиты и рабочей поверхностью опорного ролика через плиту с реечным приводом (заявка № 2011119694 от 17.05.2011 г.). Предложенное компактное расположение механизма перевалки позволяет повысить удобство эксплуатации оборудования и сократить занимаемые производственные площади.

В отличие от обычных клетей оси приводных валков стана 320 хп могут занимать при перевалке два различных положения: при работе на валковой кассете дуо и кварто. Поэтому валковые головки шпинделей должны занимать два положения как у верхнего, так и у нижнего шпинделя. Это условие обеспечивается конструкцией устройства для уравнивания шпинделей.

Механизм уравнивания шпинделей содержит раму, в которой расположены две неподвижные оси. На одной из осей расположена опора верхнего шпинделя, которая через систему рычагов и противовесов шарнирно связана опорой нижнего шпинделя. Регулировка положения шпиндельных опор при установке в станину валковых кассет различных типов осуществляется при по-

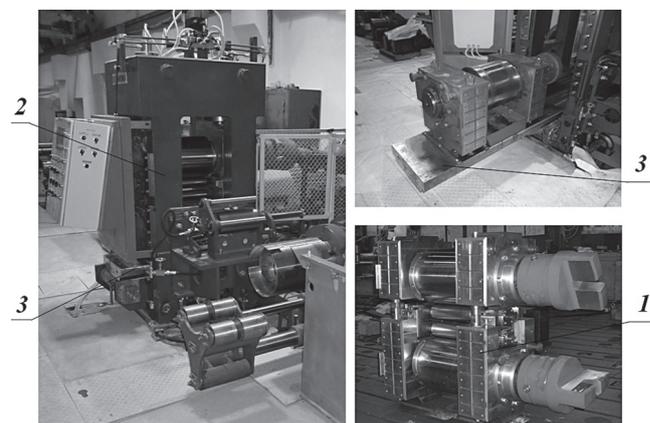


Рис. 2. Рабочая клетя стана дуо-кварто 320хп: 1 – валковая кассета кварто; 2 – станина; 3 – перевалочная плита

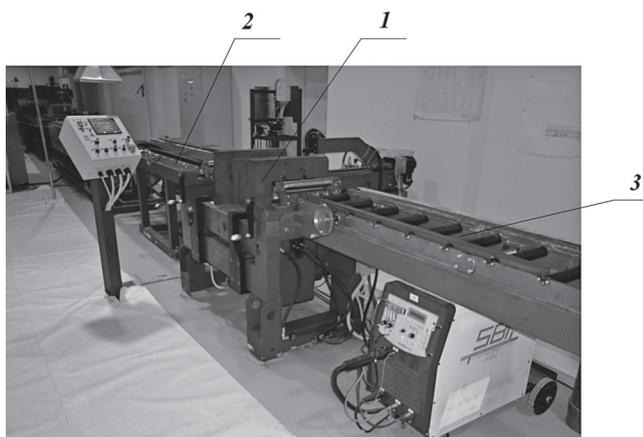


Рис. 3. Схема расположения агрегата формирования рулонов: 1 – установка стыкосварочная; 2 – стол с линейками левый; 3 – стол с линейками правый

мощи конического редуктора, соединенного посредством передачи винт-гайка с системой рычагов.

Предлагаемая конструкция механизма уравнивания шпинделей используется в технической практике впервые (пат. РФ № 2428269 от 10.09.2011 г.) и по сравнению с известными позволяет обеспечивать перевалку в прокатных клетях с различными системами валков дуо-кварто. Время перевалки при проведении пусконаладочных работ составляло от 15 до 25 мин. Следует отметить, что предложенная конструкция механизма уравнивания шпинделей может быть размещена в условиях ограниченного пространства под нижним шпинделем и с одной из сторон шпинделей.

Для прокатки рулонной продукции в линии стана установлены две моталки, отличающиеся друг от друга лишь исполнением относительно рабочей клетки (левая и правая). Конструкция барабана выполнена таким образом, что позволяет проводить смотку при прокатке полос с большими натяжениями (до 30 кН) на скорости прокатки до

0,5 м/с при относительно малом диаметре (порядка 300 мм), способствуя получению компактных рулонов. В качестве заготовки для прокатки рулонной продукции может служить как материал в рулонах непосредственно от заказчика, так и рулоны, полученные на агрегате формирования рулонов, входящего в состав комплекса. Кроме того, в отличие от стандартных конструкция узла прижимных роликов выполнена посредством системы рычагов вместе с корпусом моталки, что делает более компактным размещение оборудования и обеспечивает удобство обслуживания механизмов. Прижимные ролики такой конструкции используются также для установки рулона в барабан моталки и съема его с барабана. Моталка аналогичной конструкции установлена и в линии агрегата формирования рулонов.

Агрегат формирования рулонов (АФР) предназначен для получения рулонов посредством укрупнения полос свариванием между собой, с предварительным обрезанием некондиционных концов и последующим сматыванием полученной полосы.

На рис. 3 показан общий вид АФР, в состав которого входят следующие основные механизмы: установка стыкосварочная 1, столы с линейками – левый 2 и правый 3, качающийся стеллаж, устройство задачи полосы в моталку и моталка (поз. 1 и 2, рис. 4).

Установка стыкосварочная (рис. 5) предназначена для обрезки кромок заготовок, поступающих с левого стола с линейками, последующего их совмещения, сварки с образованием полосы и выдачей на правый стол с линейками и дальнейшей смотки.

Стыкосварочная установка состоит из рамы 1 и сварочного блока, перемещающегося с помощью плунжерных гидроцилиндров по направляющим рамы 2. В состав сварочного блока входят гильотинные ножницы 3 и механизм прижима краев по-

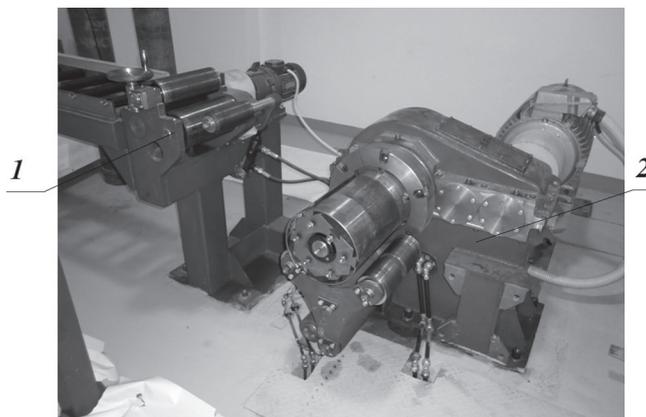


Рис. 4. Моталка. Вариант исполнения с агрегатом формирования рулонов: 1 – устройство задачи полосы в моталку; 2 – моталка

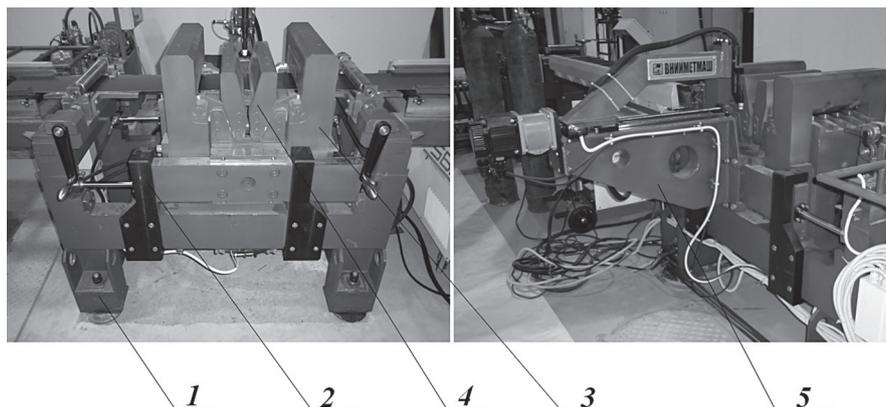


Рис. 5. Установка стыкосварочная: 1 – рама; 2 – направляющая; 3 – ножницы; 4 – прижим полосы; 5 – сварочная консоль

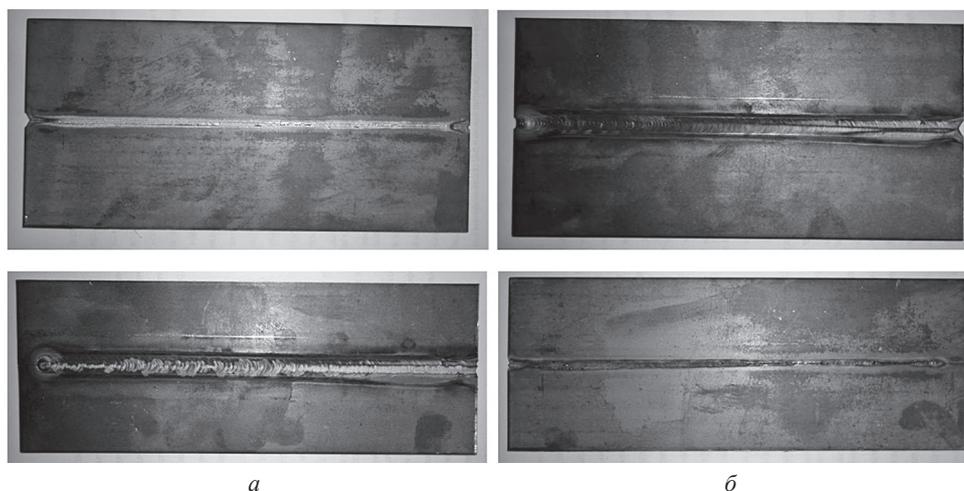


Рис. 6. Образцы сварных швов, полученные на стыкосварочной установке АФР: а – сварка на токе 140А, $V = 1$ мм/с; б – сварка на токе 140А, $V = 1$ мм/с, с отжигающим проходом 15А, $V = 1$ мм/с

лосы 4. На нерабочей стороне блока закреплена сварочная консоль 5 с направляющими сварочной горелки.

Для сварки прецизионных сплавов используется плазменный тип сварки. По своей физической природе плазменная дуга характеризуется весьма высокой температурой (до 30000 °С) и широким диапазоном регулирования ее технологических свойств. В частности, данный тип сварки обладает более высокой стабильностью горения дуги даже на малых токах (0,2–30 А), при этом следует учитывать, что давление дуги на металл в 6–10 раз выше, чем при обычной сварке. Кроме перечисленных выше свойств, среди основных отличий плазменной сварки от обычной можно выделить меньший диаметр дуги и, как следствие, меньшую зону термического влияния, цилиндрическую форму дуги, более низкие деформации при сварке, меньшую чувствительность качества шва от изменения длины дуги ввиду ее неизменной геометрии по длине.

В результате проведенных экспериментов в процессе пусконаладочных работ АФР было установлено, что твердость сварного шва выше твердости

основного материала приблизительно в 2 раза, в результате чего перед процессом прокатки рулон с АФР должен быть подвергнут термической обработке. На рис. 6 приведены типы сварных швов, полученные в процессе пусконаладочных работ на стыкосварочной установке без отжига и с отжигающим проходом.

В случае поступления на стан или на АФР гнутых листов предусмотрена их предварительная правка на линии правки полос (рис. 7). Оборудование линии предназначено для приема пакета листов для правки на качающийся стеллаж, подачи листов по одному на приемный рольганг 1, центрирования их по оси правки, задачу в девятироликовую правильную машину 2, правку и выдачу их на приемный рольганг 3.

В процессе пусконаладочных работ комплекса были проведены работы по правке листов, их стыковке на АФР и последующей прокатки. Результаты стыковки листов показали высокую эффективность плазменной сварки для различных марок свариваемых материалов. Прокатка на стане опытных образцов в листах и рулонах вне зависимости от типа рабочей вальковой кассеты позволяет по-

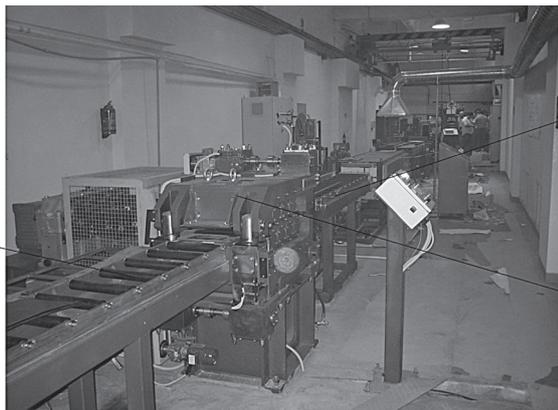


Рис. 7. Схема размещения оборудования линии правки полос: 1 – рольганг задающий; 2 – машина правильная; 3 – приемный рольганг

лучать продукцию высокой степени точности (табл. 3, 4).

В условиях постоянно возрастающих требований к качеству металлопродукции, оснащения предприятий современным оборудованием внедрение во ФГУП ЦНИИЧерМет комплекса по производству прецизионных сплавов позволит существенно расширить программу научных исследований, создавать новые и совершенствовать существующие технологические процессы за счет

прокатки широкого марочного сортамента продукции.

Таблица 3. Результаты прокатки на кассете дуо 320

Материал	Исходная заготовка	Размеры исходной заготовки, мм			Толщина конечная, мм	Точность прокатки
		толщина	ширина	длина		
Сталь 3	Лист	4,0	200	1500	2,0	$\frac{-0,02}{-1\%}$
Сталь 3	Рулон*	3,0	200	11000	1,5	$\frac{-0,03}{-2\%}$
X18H10T	Лист	1,5	200	1250	0,75	$\frac{-0,01}{-1,5\%}$

* Рулон получен сваркой на АФР из заготовок размером 3x200x1250 мм.

Таблица 4. Результаты прокатки на кассете кварто 320/90

Материал	Исходная заготовка	Размеры исходной заготовки, мм			Толщина конечная, мм	Точность прокатки
		толщина	ширина	длина		
X18H10T	Лист	1,5	200	300	0,9	$\frac{-0,02}{-2\%}$
X18H10T	Лист	1,5	120	300	0,32	$\frac{-0,01}{-3\%}$
X18H10T	Рулон	1,5	200	–	0,25	$\frac{-0,01}{-4\%}$
36НХТЮ	Рулон	0,3	100	–	0,1	$\frac{-0,005}{-5\%}$