

# Автоматизированная система управления станом сборки-разборки рабочих и опорных валков

*Виктор Переходченко, Александр Ребедак, Ольга Шевченко, Анна Новикова, Алексей Рыжак, Владимир Ведведев, Владимир Артющенко*

Одной из задач реконструкции толстолистового стана 3000 Алчевского металлургического комбината было сокращение времени и повышение качества ремонта валков. В рамках решения этой задачи Ново-Краматорским машиностроительным заводом был разработан стан сборки-разборки опорных и рабочих валков. В статье описываются конструкция стана, его технические характеристики и порядок работы. Основное внимание уделено системе управления станом, построенной на базе аппаратно-программной платформы SIMATIC.

## ВВЕДЕНИЕ

Для стабильной работы прокатного стана большое значение имеет подготовка к прокатке опорных и рабочих валков. Поэтому одной из задач реконструкции толстолистового стана 3000 Алчевского металлургического комбината (ОАО «АМК») было сокращение времени и повышение качества ремонта опорных и рабочих валков. Для решения этих задач была полностью реконструирована вальце-шлифовальная мастерская стана 3000:

- отремонтировано помещение;
- металлургическим комбинатом закуплены и введены в эксплуатацию новые шлифовальные станки производства фирмы HERKULES;
- по заказу комбината коллективом Ново-Краматорского машиностроительного завода (ЗАО «НКМЗ») был спроектирован, изготовлен и передан в эксплуатацию стан сборки-разборки опорных и рабочих валков.

## НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ СТАНА

Стан сборки-разборки опорных и рабочих валков предназначен для одевания заранее собранных подушек на опорные и рабочие валки черновой и чистовой клетей перед завалкой в клеть, а также для снятия подушек с опорных и рабочих валков при ремонте или перешлифовке валков.

Стан сборки-разборки опорных и рабочих валков состоит из стола приёмного роликового, направляющих плит, расположенных слева и справа от стола приёмного, и двух кареток, перемещающихся по направляющим плитам.

Стол приёмный роликовый предназначен для установки на него валка, а также поддержания и вращения валка при одевании или снятии подушек. Он состоит из плиты сварной конструкции, установленной на фундамент, на которой закреплены раздаточный редуктор, две опорные стойки и мотор-редуктор привода опорных роликов.

Каретки предназначены для удержания и перемещения подушек при сня-

тии с валка или одевания на валок. Каждая каретка состоит из основания сварной конструкции и подъёмной люльки, имеющей возможность перемещаться в вертикальных направляющих каретки посредством гидроцилиндра со встроенным датчиком линейных перемещений. На люльке закреплены гидроцилиндры выдвигания штырей, с помощью которых осуществляется зажим и удержание подушки.

Контроль положений кареток и выдвигных штырей захватов осуществляется конечными выключателями. Высота подъёма люльки с подушкой до совмещения оси подшипника с осью валка определяется по датчику линей-



Рис. 1. Общий вид стана сборки-разборки рабочих и опорных валков

Таблица 1

Основные технические характеристики станда

Наименование	Единица измерения	Значение
Масса комплекта опорного вала с подушками (макс.)	т	110
Масса опорного вала (макс.)	т	65
Масса подушки опорного вала в сборе (макс.)	т	22,5
Диаметр бочки опорного вала	мм	1500-1650
Длина бочки опорного вала	мм	3000
Масса комплекта рабочего вала (макс.)	т	38,5
Масса подушки рабочих валков в сборе (макс.)	т	4,8
Диаметр бочки рабочего вала чистой клетки	мм	900-840
Диаметр бочки рабочего вала черновой клетки	мм	1000-940
Длина бочки рабочего вала	мм	3000
Количество установочных (опорных) роликов стола	шт.	4
Диаметр установочных (опорных) роликов стола	мм	500
Привод роликов — электромеханический		
Передающее число редуктора раздаточного	—	2
Число оборотов приводных роликов	об./мин	2,15
Ход люльки	мм	145
Ход каретки	мм	2500



Рис. 2. Насосная станция

ных перемещений, установленному в гидроцилиндре подъёма люльки. На рис. 1 показан общий вид станда сборки-разборки опорных и рабочих валков: на столе приёмном лежит опорный валок, подушки с вала сняты и отведены в стороны на каретках.

Питание гидроцилиндров осуществляется от насосной станции гидросистемы станда. Насосная станция с гидроаппаратурой управления располагается возле станда (рис. 2).

Пульт управления работой механизмов станда располагается возле стола приёмного на расстоянии, обеспечивающем визуальное наблюдение за процессами сборки-разборки валков.

Технические решения, заложенные в конструкции станда, являются следствием требований к технологии монтажа и демонтажа крупногабаритных подшипников качения, к сохранению качества и работоспособности подшипниковых опор валков после разборки и сборки. При совмещении оси вала с осью подшипника в подушке в процессе разборки или сборки на стенде исключено манипулирование валком по высоте, что позволяет минимизировать время технологического процесса, а также энергозатраты на разборку и сборку. Разработанная конструкция станда с приводными несущими роликами для вращения опорного вала в процессе снятия и одевания подушек исключает возможность нанесения продольных рисок на дорожках качения внутреннего кольца основного подшипника опорного вала, тем самым предотвращается сокращение срока службы основного подшип-

ника. Полностью исключается воздействие на подшипник нагрузок от веса подушки в процессе съёма и одевания, а также перекося оси подшипника подушки по отношению к оси вала в горизонтальной плоскости.

Основные технические характеристики станда приведены в табл. 1. Состав электрооборудования, установленного на механизмах, а также электрического и гидравлического оборудования насосной станции отражают соответственно табл. 2 и 3.

### ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СТАНДА

Перед выполнением разборки вала все механизмы переводятся в исходное положение:

- каретки отведены в крайнее положение от стола приёмного;
- подъёмные люльки опущены в крайнее нижнее положение и опираются на упоры (контроль по датчикам линейных перемещений);
- штыри захватов втянуты (контроль по конечным выключателям);
- ролики стола приёмного провернуты кратковременным включением для выбора зазоров в зубчатых зацеплениях раздаточного редуктора.

Под визуальным наблюдением кран медленно укладывает валок с подушками на ролики стола приёмного. После этого оператор с пульта управления выдаёт команду на сведение кареток до упора подушек в установочные упоры

Таблица 2

Состав электрооборудования, установленного на механизмах станда

Оборудование	Количество	Примечания
Мотор-редуктор D148-V100LB4 FLENDER TUBINGEN	1 шт.	● Мощность 3 кВт ● Крутящий момент на выходном валу 6734 Нм ● Частота вращения выходного вала 4,3 об./мин
Микроимпульсный измеритель пути BTL5 (Balluff)	2 шт.	Измеряемая длина — 200 мм
Конечные выключатели (Balluff)	22 шт.	—
● BES 516-114-G-S4-H ● BES 516-327-E5-Y-S4	1 шт.	

Таблица 3

Состав электрического и гидравлического оборудования, установленного на насосной станции

Оборудование	Количество
Электродвигатель насоса, 5,5 кВт	2 шт.
Электронагреватель AB32-10/6 D 400 (Bosch), 0,74 кВт	2 шт.
Распределитель гидравлический (Bosch)	24 шт.
Клапан предохранительный (Bosch)	2 шт.
Реле давления (Bosch)	8 шт.
Термометр с двумя контактами (Bosch)	1 шт.
Датчик уровня с двумя контактами (Bosch)	1 шт.
Фильтр напорный (Internormen)	2 шт.
Фильтр сливной (Internormen)	1 шт.

люлек. Отключение подачи рабочей жидкости в гидроцилиндры перемещения кареток производится по командам реле давления, ограничивающих давление в поршневых полостях гидроцилиндров.

Подушка освобождается от фиксации на опорном валке. После освобождения подушки оператор подаёт команду на подъём люльки до упора в подушку. Прекращение подъёма люльки гидроцилиндром производится по команде реле давления, ограничивающих давление в поршневой полости гидроцилиндра. Одновременно с прекращением подачи рабочей жидкости от насосной станции к поршневой полости гидроцилиндра подключается гидроаккумулятор, обеспечивающий взвешенное положение люльки с подушкой. Система управления запоминает показания датчиков линейных перемещений. Затем по команде оператора выдвигаются штыри захватов до упора в боковые поверхности подушки.

Оператор включает привод вращения роликов стола приёмного и отводит каретку от валка, снимая тем самым с валка подушку. Вращение валка и движение каретки прекращаются по сигналу конечного выключателя промежуточного положения каретки. Каретка останавливается. Далее оператор отводит каретку в крайнее положение с большей скоростью до срабатывания конечного выключателя. Люлька с подушкой опускается в крайнее нижнее положение.

В таком же порядке снимается вторая подушка.

После съёма с валка обеих подушек опорный валок снимают краном и отправляют в ремонт или на перешлифовку. Производится визуальный ос-

мотр подушек, оценка состояния подшипников и манжет уплотнений. При необходимости ремонта деталей подушки или замены подшипников подушка заменяется.

Сборка валка выполняется в обратном последовательности.

На ролики приёмного стола краном устанавливается опорный валок, подлежащий сборке с подушками. Оператор вводит в систему управления гидроцилиндрами подъёма люлек значенные фактического наружного диаметра бочки валка и подаёт команду на подъём люльки с подушкой до совмещения оси подшипника с осью валка. Подъём люльки прекращается по команде датчика линейных перемещений.

После прекращения подъёма люльки выдвигается команда на подвод каретки к валку. При достижении кареткой промежуточного положения она останавливается. Проверяется совпадение оси подшипника в подушке с осью валка. Затем оператор включает привод вращения роликов стола и выдвигает команду на перемещение каретки с меньшей скоростью. Подушка одевается на валок до упора (до срабатывания реле давления, ограничивающего давление в поршневой полости гидроцилиндра перемещения каретки), после чего каретка останавливается и отключается привод вращения роликов стола приёмного.

После установки на валок обеих подушек обе люльки опускаются в крайние нижние положения. Каретки отводятся от валка таким образом, чтобы примерно 1/3 подушки оставалась в каретках. Производится строповка валка с подушками, и валок краном снимается со стола приёмного. Каретки стенда разводятся в крайние положения, и

стенд готов для обработки следующего валка.

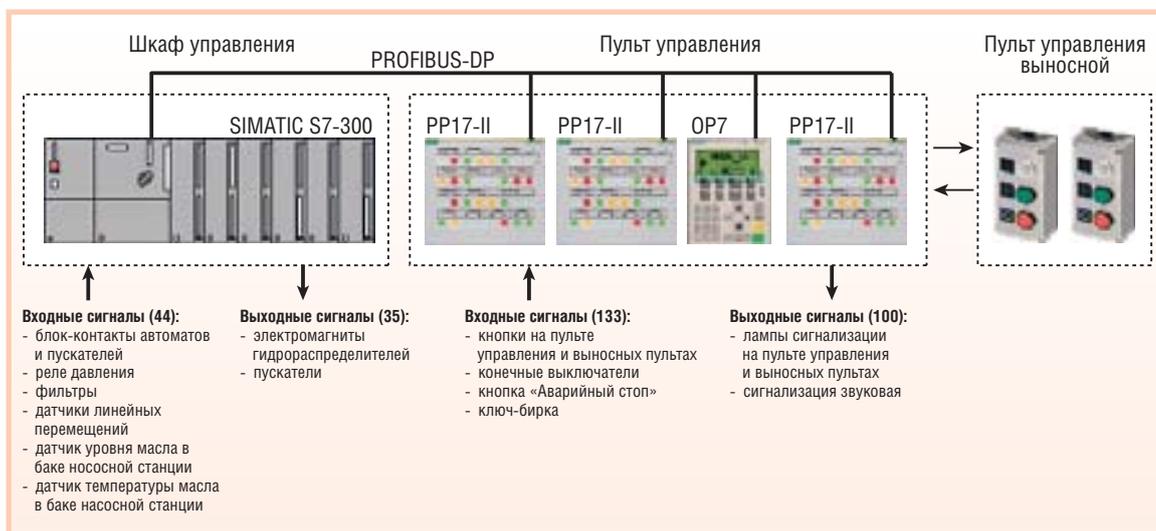
### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

К системам управления оборудованием в цехах предъявляются повышенные требования по надёжности и ресурсу при эксплуатации в условиях, характеризующихся перепадами температуры, повышенной запылённостью, вибрациями. Исходя из этого, для размещения аппаратуры были выбраны шкафы и пульта управления фирмы Rittal со степенью защиты IP54. В качестве аппаратной основы системы управления применены контроллеры фирмы Siemens, которые отличаются высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам, имеют стандартный диапазон рабочих температур от 0 до +60°C и степень защиты IP20. В шкафу и в пульте управления используются переключатели, лампы, автоматы, источники питания производства фирмы Siemens, зарекомендовавшие себя как надёжные устройства с большим ресурсом, а также клеммы фирмы WAGO, которые не только обеспечивают высокую надёжность, экономичность и быстроту электромонтажа, но и не требуют последующего технического обслуживания.

Структурная схема системы управления стендом сборки-разборки опорных и рабочих валков представлена на рис. 3. Она состоит из шкафа управления, пульта управления и двух выносных пультов управления.

Общий вид шкафа управления стендом сборки-разборки опорных и рабочих валков показан на рис. 4.

Шкаф оборудован лампой освещения и обогревателем с термостатом фирмы Rittal. В шкафу установлено



следующее оборудование фирмы Siemens: автоматические выключатели с дополнительными контактами контроля включения; пускатели с дополнительными контактами контроля включения для управления работой двигателей насосов; пускатель для плавного запуска мотор-ре-

Рис. 3. Структурная схема системы управления стендом сборки-разборки опорных и рабочих валков



Рис. 4. Общий вид шкафа управления станком

дуктора; источники питания напряжением 24 В; модуль центрального процессора CPU 315-2DP; модули ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов. В шкафу расположены также реле и клеммы фирмы WAGO.

На модули дискретного ввода контроллера поступают сигналы от блок-контактов автоматических выключателей, блок-контактов пускателей, пускателя для плавного запуска, реле давления, датчиков уровня и температуры масла в баке насосной станции, фильтров. На модуль аналогового ввода поступают сигналы от датчиков линейных перемещений. С модуля дискретного вывода управляющие сигналы подаются на катушки электромагнитов гидравлических распределителей и на пускатели, управляющие электродвигателями насосов, тэнами, мотор-редуктором.

В центральный процессор контроллера загружена программа, управляющая работой станка сборки-разборки опорных и рабочих валков во всех режимах. Программа написана с использованием пакета STEP7, который содержит набор стандартных инструментальных средств для обслуживания систем, построенных на базе семейства SIMATIC S7, и набор удобных функций для реализа-

ции всех фаз проекта системы автоматизации: конфигурирование и настройка параметров аппаратуры, конфигурирование коммуникационных соединений, программирование, тестирование, наладка и обслуживание, документирование и архивирование данных, оперативное управление и диагностика.

Управление работой станка осуществляется оператором с пульта управления (рис. 5), расположенного непосредственно возле станка. Оператор управляет станком в ручном режиме с визуальным контролем выполнения операций. На рабочей поверхности пульта размещены следующие средства управления, индикации и оповещения:

- три кнопочные панели PP17-II:
  - «Сторона перевалки» — для управления механизмами, расположенными на стороне перевалки станка,
  - «Сторона привода» — для управления механизмами, расположенными на стороне привода станка,
  - «Насосная станция» — для управления насосной станцией;
- панель оператора OP7, которая служит для отображения и ввода технических параметров, а также вывода аварийных сообщений;
- ключ-бирка (с фиксацией) на 2 положения, служащий для предотвращения несанкционированного доступа к управлению станком;
- кнопка красная «Аварийный стоп», которая служит для аварийного останова работы станка и насосной станции;
- световой индикатор белый «Напряжение подано», который указывает на то, что на пульт управления подано напряжение 220 В;

- световой индикатор красный «Авария», который указывает на то, что при работе станка возникла аварийная ситуация;
- звуковое сигнальное устройство, подача сигнала с которого указывает на то, что при работе станка возникла аварийная ситуация.

Текстовая панель OP7 и кнопочные панели PP17-II имеют прочный металлопластиковый корпус с мембранным покрытием фронтальной панели, стойким к воздействию масел, смазок, моющих средств. Степень защиты фронтальной панели — IP65.

Кнопочные панели PP17-II содержат 32 встроенные кнопки с подсветкой, которые легко настраиваются и параметрируются, а также 16 встроенных дискретных входов и 16 выходов. На дискретные входы поступают сигналы от конечных выключателей, кнопки «Аварийный стоп», ключа-бирки и от кнопок выносных пультов. С дискретных выходов управляющие сигналы подаются на звуковое устройство, сигнальные лампы пульта и двух выносных пультов управления. Кнопочные панели PP17-II и текстовая панель OP7 связаны с контроллером по сети PROFIBUS-DP.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наладка работы станка производилась специалистами ЗАО «НKMЗ» и ОАО «AMK». В процессе наладки были собраны и разобраны все типы валков, используемых на стане 3000. Время сборки или разборки валка составляет 18 минут, что в несколько раз меньше времени сборки или разборки валка по старой технологии с помощью крана. Использование станка позволит увеличить общее время работы валков за счёт увеличения срока службы основных подшипников подушек.

В январе 2007 года станок сборки-разборки опорных и рабочих валков передан в промышленную эксплуатацию. По результатам более чем годовой работы станка не было зарегистрировано ни одного отказа системы управления станком, как и поставленного оборудования в целом. ●



Рис. 5. Пульт управления станком сборки-разборки опорных и рабочих валков