



©БНТУ

## ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛЬНЫХ БЕСШОВНЫХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ

*А. И. ГАЛИМСКИЙ, А. Ю. УДОТ*

This article is devoted to the problems of manufacturing of hot-rolled seamless pipes. One of them is a problem of “High-temperature oxidation”. There is a problem of creating dense and strong oxide layers of big thickness on the steel surface today. This problem is very important because oxide layer is used as a protective layer on swages which are used for manufacturing of seamless pipes. The oxide layer protects swage from heating and destruction

Ключевые слова: стальные бесшовные горячекатаные трубы, хладноломкость, прошивная оправка, легированное оксидированное покрытие, оксидирование

С каждым годом растет производство высокопрочных труб изготавливаемых из конструкционной стали, легированной хромом, никелем, молибденом, ванадием

Намного возросли требования, предъявляемые к качеству поверхности труб, механическим свойствам, таким как работа на изгиб при отрицательных температурах, доля вязкой составляющей, твердость и многое другое. Возникла необходимость в трубах большой длины. Все это требует комплексного подхода к рассмотрению проблемы производства стальных бесшовных горячекатаных труб.

Обеспечение этих требований в значительной мере зависит от стойкости трубопрокатного инструмента – особенно от стойкости оправок прошивных станов.

Прошивная оправка является специализированным технологическим инструментом, предназначенным для получения полых заготовок в процессе винтовой прокатки. Стойкость прошивных оправок в значительной мере определяет качество внутренней поверхности полых заготовок, их геометрические параметры, производительность процесса прошивки и, в конечном итоге, себестоимость выпускаемой продукции.

В процессе работы проводились анализ предложенных марок сталей РУП БМЗ трубопрокатного цеха. Анализ возможных вариантов комплексного решения поставленной проблемы показал необходимость коренного повышения чистоты стали по вредным примесям, неметаллическим включениям и газам, изменения максимальной концентрации углерода и микролегирования сильными карбидообразующими элементами, алюминием, применения экономно-легированных легирующих систем, а так же термической, термомеханической обработки. Исходя из всего вышеперечисленного, были разработаны рекомендации по изготовлению и упрочнению стальных горячекатаных труб и апробированы на РУП БМЗ в рамках договора ХД№4044/11С /11014567 от 29.08.2011. Так же стоит отметить то, что результаты данной работы имеют большую практическую значимость. Результаты данных исследований способствуют улучшению качества и расширению номенклатуры труб выпускаемых трубопрокатным цехом РУП БМЗ, а так же расширению рынка сбыта продукции идущего на экспорт из-за повышения качества и надежности выпускаемой продукции.

В процессе работы проводилось комплексное исследование покрытия и металлической основы оправок ОАО «ЛегМаш», создание технологических режимов термической и химико-термической обработки с последующим промышленным внедрением на заводе.

При выполнении работы был выполнен анализ фазового, химического состава, механических свойств защитных покрытий и основного металла известных оправок зарубежного и отечественного производства. Произведен фазовый анализ, определили остаточные напряжения, выполнили микродюрOMETрический, металлографический анализы, определили причины низкой стойкости прошивных оправок производства ОАО «Завод Легмаш» в сравнении с имеющимися в наличии отечественными и зарубежными аналогами.

Общий химический состав сталей, из которых изготовлены прошивные оправки, определяли на атомно-эмиссионном спектрометре DV-6. Микрорентгеноспектральный анализ проводили на сканирующем электронном микроскопе VEGA-2LMU с микроанализатором INCA Energy 350. ДюрOMETрический анализ проводили с помощью прибора ПМТ-3. Металлографический анализ проводили с использованием металлографического микроскопа МИ-1 и сканирующего электронного микроскопа VEGA-2LMU при увеличениях 100 – 21000 крат.

Таким образом, очевидно, что тяжелые условия работы прошивных оправок требуют создания дополнительного рабочего подслоя между основным металлом и традиционным оксидным слоем. Для получения прошивной оправки высокой стойкости наличие только оксидного слоя железа недостаточно.

Отечественные оправки ОАО «Завод Легмаш» имеют значительный обезуглероженный слой толщиной, образовавшийся при неконтролируемом печном окислении. Указанный слой, обладая при температурах прошивки сопоставимо низкой с материалом прошиваемой трубы твердостью, интенсивно деформируется. При этом происходит быстрое разрушение оксидного слоя и горячее схватывание прошивки и трубы. Низкая стойкость оправок ОАО «Завод Легмаш» обусловлена следующими причинами:

- наличие обезуглероженного слоя, непосредственно контактирующего с защитным оксидным слоем;
- недостаточная горячая твердость стальной основы оправки;
- отсутствие в ряде случаев металлургической связи оксидного слоя с металлической основой, наличие отслаивания оксидного слоя, обусловленное внутренними напряжениями;
- относительно низкие защитные свойства оксидного слоя системы FeхOу при избыточной (в ряде случаев) общей толщине;
- недостаток или отсутствие в стальной подложке и защитном слое специальных легирующих элементов, обеспечивающих устойчивое воспроизведение защитного слоя при работе прошивки

Решающее значение на длительную устойчивую работу прошивной оправки оказывает промежуточный слой. Он обеспечивает защиту от схватывания и гарантированное воспроизводство защитного слоя в процессе работы.

Высокая стойкость прошивных оправок с легированным оксидированным покрытием, прочно сцепленным с основой была достигнута с помощью комплексной термической обработки включающей в себя борирование с последующим оксидированием.

Результаты исследований были апробированы на предприятии ОАО «Легмаш» в рамках договора ХД№2240/11с/11012869 от 05.05.2011. Разработанная технология внедрена и создана опытная партия оправок повышенной стойкости. Особое значение имеет то, что учитывая цены на оправки импортного производства (стоимость одной оправки превышает 1000\$), внедрение данной технологии позволяет экономить огромные средства за счет импортозамещения.

