

УДК 669.771:621.774.32

**Строение, фазовый и химический состав оксидных слоёв на прошивных оправках
отечественного и зарубежного производства**

Магистрант Удот А.Ю.

Научный руководитель – Константинов В.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является исследование строения, фазового и химического состава оксидных слоев на прошивных оправках отечественного и зарубежного производства, используемых для изготовления прошивных оправок. Изучение оксидных слоев необходимо для увеличения срока службы прошивных оправок.

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 ходе работы комплексному анализу подвергались оправки следующего производства – ООО «БелГЕЛИО», ЗАО «Никопольский завод технологической оснастки»,

«SmS Meer» и ОАО «Завод «Легмаш». Химический состав сталей, из которых изготовлены прошивные оправки различных производителей, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав сталей прошивных оправок

Производитель	Химический состав, % масс.											Аналог
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	V	Mo	W	
ООО Бел ГЕЛИО	0,21	0,88	0,73	0,025	0,009	1,59	2,52	0,10	-	0,13	0,19	20ХН3А
ЗАО Никоп-кий ЗТО	0,20	0,27	0,45	0,017	0,016	0,82	3,89	0,16	0,12	0,05	-	20ХН4ФА
SmS Meer	0,35	0,47	0,49	0,022	0,035	1,15	2,49	0,04	0,15	0,05	6,48	X30WCrV9 4X2B5MФ
ОАО Легмаш	0,21	0,25	0,36	0,022	0,015	0,77	4,04	0,017	0,14	0,04	-	20ХН4ФА

Строение защитного покрытия оправки ООО «БелГЕЛИО» характеризуется следующими особенностями:

Оправка имеет повышенное содержание Si, Mn и Cr по сравнению с ближайшим аналогом сталью 20ХН3А; Стальная основа имеет твердость 34 – 35 HRC; Покрытие состоит из трех зон и под ним присутствует незначительный обезуглероженный слой; В нижней зоне хром и кремний присутствуют в количествах, превышающих среднее содержание этих элементов в стальной основе.

Строение защитного покрытия оправки ЗАО «Никопольский ЗТО» характеризуется следующими особенностями:

Оправка изготовлена из стали 20ХН4ФА и имеет небольшую толщину защитного покрытия (не более 0,4 мм); Стальная основа имеет твердость 27 – 28 HRC; Покрытие состоит из двух зон и присутствует развитая связь оксидного покрытия со стальной основой; Присутствует незначительный обезуглероженный слой; В нижней зоне рентгеноструктурным анализом обнаружены никель (5,23 %) и хром (1,63 %).

Строение защитного покрытия оправки фирмы «SmS Meer» характеризуется следующими особенностями:

Оправка изготовлена из стали с высоким содержанием W (6,48 %) (ближайший аналог в СНГ – сталь 4X2B5MФ); Стальная основа имеет твердость 37 – 40 HRC; Покрытие имеет сложную многослойную структуру и состоит из трех зон; Внутренние напряжения в покрытии – сжимающие (до 200 Мпа); Под покрытием отсутствует обезуглероженный слой; В переходной зоне рентгеноструктурным анализом обнаружены оксиды вольфрама (WO_2 , WO_3 , W_3O_8).

Строение защитного покрытия оправки ОАО «Завод Легмаш» характеризуется следующими особенностями:

- наличие обезуглероженного слоя (2,0 – 2,5 мм), 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 (напряжения растягивающие, до 90 МПа);
- относительно низкие защитные свойства оксидного слоя системы Fe_xO_y 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.

На поверхности оправок образуются оксидные слои, состоящие из различных оксидов в разном соотношении. Также присутствуют оксиды легирующих элементов в небольшом количестве. В основном оксидный слой состоит из оксидов железа: FeO (вюстит), Fe₂O₃ (гематит) и Fe₃O₄ (магнетит) или FeO·Fe₂O₃.

Вюстит – соединение переменного состава, близкого к FeO (состав отвечает формуле Fe_xO, где x = 0,89 – 0,95), устойчиво при избытке кислорода. Вюстит образуется при 1430 – 1435 °С по перитектической реакции $ж + Fe_3O_4 \leftrightarrow \text{вюстит}$. Решетка вюстита типа NaCl. С увеличением содержания кислорода период решетки уменьшается почти линейно.

Гематит Fe₂O₃ образуется по реакции $Fe_3O_4 + O_2 \leftrightarrow Fe_2O_3$ при 1457 °С. Он существует в двух формах: стабильной α-Fe₂O₃ и метастабильной γ-Fe₂O₃. Структура α-Fe₂O₃ – ромбоэдрическая типа корунда с a = 0,54271 нм и α = 55° 15,8'.

Магнетит Fe₃O₄ [57,15 % (ат.) O] плавится с открытым максимумом при ~1600 °С. В сплавах, более богатых кислородом, при 1583 °С протекает реакция $ж \leftrightarrow Fe_3O_4 + O_2$. В равновесии с кислородом магнетит находится до 1457 °С. Он имеет решетку типа шпинели с периодом a = 0,8397 нм. При нагреве на воздухе окисляется до Fe₂O₃. Получают действием водяного пара на раскаленное железо, восстановлением Fe₂O₃, окислением FeO.

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