

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ ДЛЯ ВОЛОЧИЛЬНЫХ РОЛИКОВ

А. Г. Околович

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г.Барнаул, Россия

Производительность и качество ПК во многом зависит от волочильных роликов. Вследствие высоких контактных нагрузок, значительных сил трения в поверхности инструмента, к волочильным роликам предъявляются высокие требования по точности размеров и форм. Правильный выбор марки стали для изготовления роликов определяет стабильность формоизменения профиля ПК и стойкость инструмента.

Из большой группы штамповых сталей для холодного деформирования металла выделяются высокопрочные стали, используемые с высокими удельными силами и динамическими нагрузками (6Х4М2ФС — Ди55, Х6ВФ ГОСТ 5950-00 и быстрорежущая сталь Р6М5). Для получения высокой прочности эти стали должны иметь мелкое зерно и сравнительно небольшое количество карбидной фазы при ее равномерном распределении. Повышенное сопротивление пластической деформации достигается получением твердости HRC 58...62, если в структуре отсутствует остаточный аустенит.

Износостойкость можно повысить химико-термической обработкой (азотирование, карбонитрация и др.), которая создает на поверхности слой с твердостью HRC 70...75. При этом повышается усталостная прочность вследствие объемных напряжений сжатия.

Сталь Х6ВФ относится к сталям, разрушение которых при растяжении и изгибе происходит хрупко из-за повышенного содержания карбидов в структуре закаленной и отпущенной стали. Кроме того, прочность и вязкость снижаются с увеличением сечения. Поэтому при всех стандартных режимах упрочняющей термической обработки с ро-

стом твердости происходит снижение прочности. Однако при одинаковом уровне твердости, прочность при изгибе изменяется в широких пределах в зависимости от режимов предварительной, промежуточной и окончательной термической обработки.

Повышение эксплуатационной стойкости инструментальных сталей возможно путем изменения тонкой структуры, размеров блоков и дефектности мартенсита. Одним из методов изменения тонкой структуры является комплексная термообработка с многократными высокотемпературными и низкотемпературными нагревами.

В связи с этим разработаны режимы термической обработки стали Х6ВФ на вторичную твердость при двойной закалке.

Первый – с нагревом до высоких температур (1100 ± 10 °С) для более полного растворения легирующих элементов в стали, вместо стандартной – 1000 °С, с охлаждением на воздухе.

Промежуточный отпуск при 650 °С, 1 ч. для снятия напряжения после высокотемпературного нагрева и выделения карбидов, препятствующих росту зерна при повторном нагреве.

Второй – с нагревом от пониженных температур закалки (960 ± 10 °С) для измельчения зерна с охлаждением в масле и последующим отпуском при 520 °С, 1 час с образованием карбидов хрома ($Cr_{23}C_6$) и 550 °С, 30 мин с выделением карбидов хрома (Cr_7C_3) при дисперсионном твердении на вторичную твердость HRC 56...58.

Прочность при изгибе $\sigma_{изг}$ повышается от 3500 до 4000 МПа, а ударная вязкость (КС) от 4...6 до 8...10 Дж/см². (Таблица 1).

Таблица 1 – Механические свойства стали Х6ВФ в зависимости от режимов термической обработки

№ п/п	Температура, °С		Твердость, HRC	Ударная вязкость, КС Дж/см ²	Прочность при изгибе $\sigma_{изг}$, МПа
	Закалки	Отпуск			
1	1000	250	58 – 60	4 – 6	3300 – 3500
		550	54 – 55	6 – 8	3500 – 3600
2	1100+650+960	520+550	56 – 58	8 – 10	3800 – 4000

Проведение термической обработки с двойной фазой перекристаллизацией (двойная закалка с промежуточным отпуском)

обеспечивает получение мелкого зерна аустенита. Измельчение зерна объясняется тем, что с повышением температуры нагрева увеличивается растворимость легирующих элементов, а при закалке они фиксируются в твердом растворе. При повторном нагреве они выделяются в виде дисперсных карбидов, являющимися центрами кристаллизации при аустенитном превращении. Эффект

наследования дефектов тонкой структуры оказывает существенное влияние на свойства стали, получаемой после окончательной термической обработки.

Заготовку получают ковкой из круга 80...100 мм. с осадкой на круг диаметром 180 мм.

Для повышения твердости, износостойкости, контактной прочности и выносливости инструмента выполнено упрочнение поверхности роликов карбонитрацией (Таблица 2)

Таблица 2 – Стойкость волочильных роликов в зависимости от режимов термообработки и карбонитрации.

по карбонитрации:						
№ п/п	Марка стали	Температура, °С		Твердость HRC	Стойкость, метр	
		Закалки	Отпуска		Сталь 20X13	
					без карбо- нитрации	после карбо- нитрации
1	P6M5	1180	580	59-61	1580	2800
2	X6BФ	1100 + 960	520	56-58	1400	2600
3	6X4M2ФC	1040	540	58-60	1560	3200

Обработка стали при карбонитрации дает на поверхности слой, имеющий гексагональную структуру, присущую нитриду железа Fe_4N и карбиду железа Fe_3C - карбонитридная фаза $Fe_{3-4}(NC)$. Глубина слоя - фазы $Fe_3(NC)$ зависит от температуры процесса и длительности насыщения при твердости HV 1158...1513.

Применение карбонитрации для обработки деталей обеспечивает повышение усталостной прочности на 50...80%, повышение сопротивления износу по сравнению с цементацией, нитроцементацией, азотированием. Полученные на поверхности нитридные фазы даже при отсутствии смазки не проявляют склонности к схватыванию.

Выводы:

Производственные испытания волочильных роликов из инструментальных сталей X6BФ, 6X4M2ФC и P6M5 после карбонитрации показали повышение стойкости инструмента от 1,5 до 3-х раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Околович А.Г. Исследование технологии изготовления стальных поршневых колец. Ползуновский вестник / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул, № 1-2, 2009, С.256-259.
2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. /Ю.А. Геллер. – М.: Металлургия, 1983. – 525 с.