

УДК 620.186

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПОДШИПНИКОВЫХ СТАЛЕЙ.

Корольков А.И., студент гр. МСб-171, IV курс
Короткова Л.П., к.т.н., доцент
Лацинина С.В., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Введение. Качество конструкционных сталей зависит от многих факторов, поэтому весьма важно знать какие из них и каким образом влияют на качество продукции на различных этапах ее изготовления для того чтобы можно было своевременно провести контроль на наличие дефектов, и принять меры по предотвращению их появления. Качество сталей формируется на всех основных технологических стадиях. Выпуск любой машиностроительной продукции включает в себя следующие технологические стадии:

- металлургическое производство;
- заготовительное производство;
- предварительная термообработка;
- механическая обработка;
- упрочняющая обработка.

На каждой из этих стадий необходим контроль: качества продукции, технологической и конструкторской документации, поставляемых материалов, технического состояния оборудования, технологического процесса изготовления, испытания металлических изделий и т.д. В этом случае будет гарантировано качество выпускаемой продукции.

В данной работе представлены результаты исследования качества стали ШХ15 по методике, разработанной на кафедре «Металлорежущих станков и инструментов» ГУ КузГТУ в соответствии с ГОСТ 801[1].

Теоретические положения. Качество сталей формируется как на стадии металлургического производства (неметаллические включения, микропористость, структурная полосчатость), так и при последующей предварительной термической обработке (обезуглероженный слой, микроструктура перлита, карбидная ликвация) и после упрочняющей термообработки (остатки карбидной сетки). Качество упрочняющей термической обработки оценивается по твердости (62–64 HRC). Причем дефекты в структуре могут быть исправимыми при последующих операциях и неисправимыми[2].

Дефекты в микроструктуре сталей в состоянии поставки опасны, так как они ухудшают технологические свойства и могут вызвать брак при изготовлении подшипников. К таким дефектам относятся: микроструктура с повышенной твердостью (вызывает склонность стали к перегреву, ухудшает обрабатываемость резанием и давлением готового подшипника), микро- и макроликвация, пористость (вызывает образование микро- и макротрещин при закалке). Другая группа неисправимых дефектов опасна тем, что они наследуются в структуре готового подшипника и ухудшают его эксплуатационные свойства. К ним относятся: цементитная сетка, карбидная ликвация и обезуглероженный слой, поверхностные и внутренние нарушения сплошности металла.

Методика исследования. Методика контроля качества сталей включала в себя следующие виды контроля: химического состава; макроструктуры; изломов; микроструктуры (обезуглероженный слой, наличие карбидной сетки, наличие пластинчатого перлита, пористость, карбидная ликвация, наличие неметаллических включений, структурная полосчатость); испытания основных и технологических свойств [3]. В данной работе механические свойства оценивались по структурно чувствительному показателю – твердости, а технологическое наследование оценивалось по важнейшим технологическим свойствам стали – обрабатываемости давлением в холодном состоянии и обрабатываемости резанием. Качество термической обработки оценивалось по твердости: в состоянии поставки – по Бринеллю, а после упрочняющей обработки – по Роквеллу.


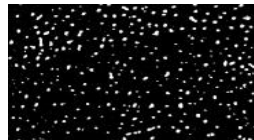

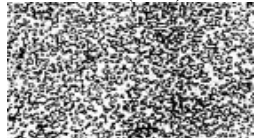
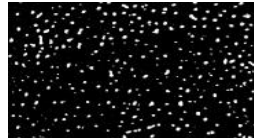
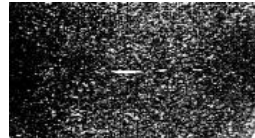
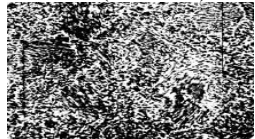
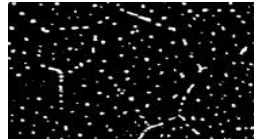
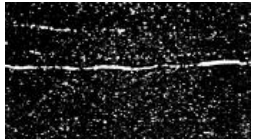
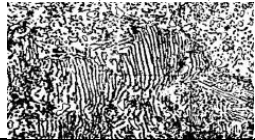
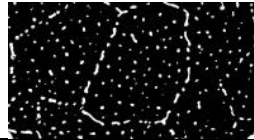
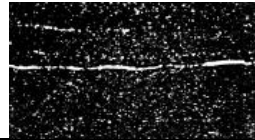
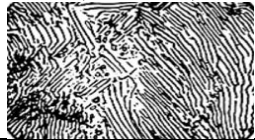
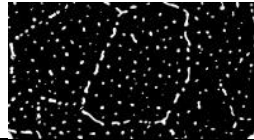
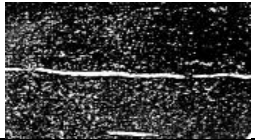
Результаты выполненных исследований. В результате проведенных исследований в условиях производства подшипников на одном из машиностроительных предприятий отрасли, установлена взаимосвязь между параметрами микроструктуры, твердостью и технологическими свойствами сталей (табл. 1), а так же влияние технологического наследования на формирование качества готовых подшипников [4, 5].

Обнаружено, что в металле трубных заготовок из подшипниковой стали ШХ15 в состоянии поставки встречаются отклонения, превышающие допустимые (по ГОСТ 800) в основном по таким параметрам, как: микроструктура перлита (от 5 до 9 баллов), карбидная сетка (до 4 балла), карбидная ликвация (до 3–4 баллов), неметаллические включения (до 3–4 баллов). Реже встречаются отклонения по структурной полосчатости, химическому составу и отклонения от нормы по глубине обезуглероженного слоя (менее 0,7 мм).

Наличие повышенного количества неметаллических включений и пор – это дефекты металлургического производства. Неоднородность структуры в виде строчечности, карбидной ликвации, карбидной неоднородности – это дефект некачественно выполненной горячей обработки давлением – прокатки. Наличие пластинчатого перлита, крупного зерна, обезуглероженного слоя – это дефект предварительной термической обработки.

Таблица 1

Взаимосвязь твердости стали ШХ15 в состоянии поставки параметрами структуры*

Группа образцов	Основные свойства Твердость НВ, кгс/мм ²	Структура перлита, балл (объем перлита пластинчатого)	Карбидная сетка	Карбидная ликвация, балл	Технологические свойства		Скорость ультразвука, КГц
					Обработываемость		
					давлением*	резанием*	
1	187–197	2–3(0%) 	1 	1a 	+	+	8898
2	197–207	2–3(0%) 	1 	2a 	+	+	8886–8870
3	207–217	5–6(5–10%) 	4 	4–4a 	+	⊥	8866–8854
4	217–229	5–7(40–60%) 	4–5 	2a–4a 	⊥	-	8854–8843
5	229–255	7(95–98%) 	4–5 	2a–5a 	-	-	8841
Допустимо по ГОСТ 801							
	187–207	4	3	1,5			8898–8870

*Характеристики даны в баллах по ГОСТ 801.**+ - хорошая; ⊥ - удовлетворительная; - - неудовлетворительная

Проведенными исследованиями наглядно продемонстрировано, что в образцах подшипниковых сталей с повышенной твердостью присутствуют дефекты металлургического и заготовительного производства в виде пластинчатого перлита и карбидной сетки. Это приводит к неудовлетворительным технологическим свойствам, а именно – к ухудшению обрабатываемости резанием и давлением в холодном состоянии (табл. 1).

Таким образом, показана взаимосвязь между микроструктурой, основными и технологическими свойствами в подшипниковых сталях. Представленные результаты демонстрируют, что в структуре подшипниковых сталей присутствуют дефекты, которые наследуются от предшествующих технологических операций в готовом подшипнике. К ним относятся карбидная сетка, ликвация, неметаллические включения (табл. 1).

В данной работе проводился так же поиск по выбору метода неразрушающего контроля с целью выявления опасных дефектов в микроструктуре колец подшипников и их разбраковке. За основу был выбран метод ультразвуковой дефектоскопии, основанный на автоциркуляции импульсов ультразвука [6].

Результаты измерений на акустическом приборе в виде значений частоты автоциркуляции импульсов поверхностных акустических волн, прошедших по участку контролируемого металла, свидетельствуют о взаимосвязи скорости звука между структурой и твердостью подшипниковой стали. Относительное измерение частоты автоциркуляции импульсов прямо пропорционально скорости ультразвука, являющейся структурно-чувствительной характеристикой. Из табл. 1 по результатам измерения можно выделить порог частоты звука между дефектным и бездефектным металлом, который находится в интервале 8898–8870 КГц.

Проведенные исследования могут быть использованы для оценки технологической наследственности при контроле качества подшипниковых сталей в готовых подшипниках с помощью ультразвукового метода неразрушающего контроля.

В настоящее время на практике используется входной контроль подшипников качения [7] и в процессе эксплуатации [8]. Качество сталей в готовых подшипниках оценивается только по измерению твердости, несмотря на то, что оно влияет на различные виды разрушения подшипников (хрупкое, усталостное, абразивное, бриннелирование, выкрашивание поверхности и др.). Поэтому внедрение дополнительного предлагаемого метода контроля качества подшипников является задачей вполне актуальной.

Выводы:

1. В данной работе продемонстрировано технологическое наследование при формировании качества стали в процессе производства на примере подшипниковой стали ШХ15.

2. Проиллюстрирована взаимосвязь между параметрами микроструктуры, основными и технологическими свойствами сталей.
3. Выбран метод неразрушающего контроля – ультразвуковая дефектоскопия – для выявления наличия наследуемых дефектов микроструктуры в готовых подшипниках. Установлена граница частоты утра звука между допустимым и недопустимым качеством металла.
4. Предложено, кроме существующих, методов контроля, использовать неразрушающий метод ультразвуковой дефектоскопии для оценки качества сталей в готовых подшипниках качения.

Список литературы

1. ГОСТ 801. Сталь подшипниковая. Технические условия. – Введ. 1980-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 2004. – 23с.
2. Гольдштейн М.И. Специальные стали: учеб. для вузов / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, М. Г. Векслер. – М.: Металлургия, 1985. – 408 с.
3. Методика контроля качества подшипниковых сталей / Шакиров Н.В., Д. В. Видин, Л.П. Короткова // XI Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ» 16-19 апреля 2019 г. - 40104.1 –40104.6.
4. Официальный сайт московского завода по изготовлению шарикоподшипников «ГПЗ-1» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gpz1.ru/>.
5. Официальный сайт «SKF» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.skf.com/ru/index.html>.
6. Смирнов А. Н. Разрушение и диагностика металлов / А. Н. Смирнов, В. В. Муравьев, Н.В. Абабков // М: Инновационное машиностроение; Кемерово: Сибирская издательская группа, 2016. – 479 с.
7. Сидоров В. А., Сотников А. Л. Входной контроль подшипников качения / Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – 2011. – №3. – С. 5—14.
8. Любимов О.В. Повышение ресурса подшипниковых опор шнекового става машин горизонтального бурения. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – Кемерово, КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. – 203 л.