

Акустическая структуроскопия пружин при производстве с использованием измерения скорости рэлеевских волн

© 2021 г. Лилия Владимировна Гущина^{1*}, В.В. Муравьев^{1,2}

¹ – Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашикова, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7

² – Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, 426067 г. Ижевск, ул. им. Татьяны Барамзиной, 34

* pmkk@istu.ru, 8(3412)776055 доб. 1132.

Для изготовления рессорных пружин подвижного состава применяют прутки из пружинных сталей 60С2А. В процессе высокотемпературной механической обработки при навивке пружин и их закалке возникает различие в скоростях охлаждения внутренней и наружной сторон витков пружины, что приводит к различию в структурном состоянии и сказывается на долговечности пружин [1].

Цель работы - исследование влияния структурных изменений в наружной и внутренней поверхности витков пружин рессорной стали на измеряемые характеристики рэлеевских акустических волн для последующей реализации акустического контроля качества термической обработки пружин.

Известно, что скорость распространения ультразвуковых волн в сплавах связана с их структурой [2]. Использование волн Рэлея, распространяющихся на строго фиксированной базе, является наиболее выгодным вариантом для разработки методики структуроскопии, [3]. С целью исследования структурного состояния пружин были сконструированы 4 блока рэлеевских преобразователей для пружин разного диаметра, показанные на рис. 1.

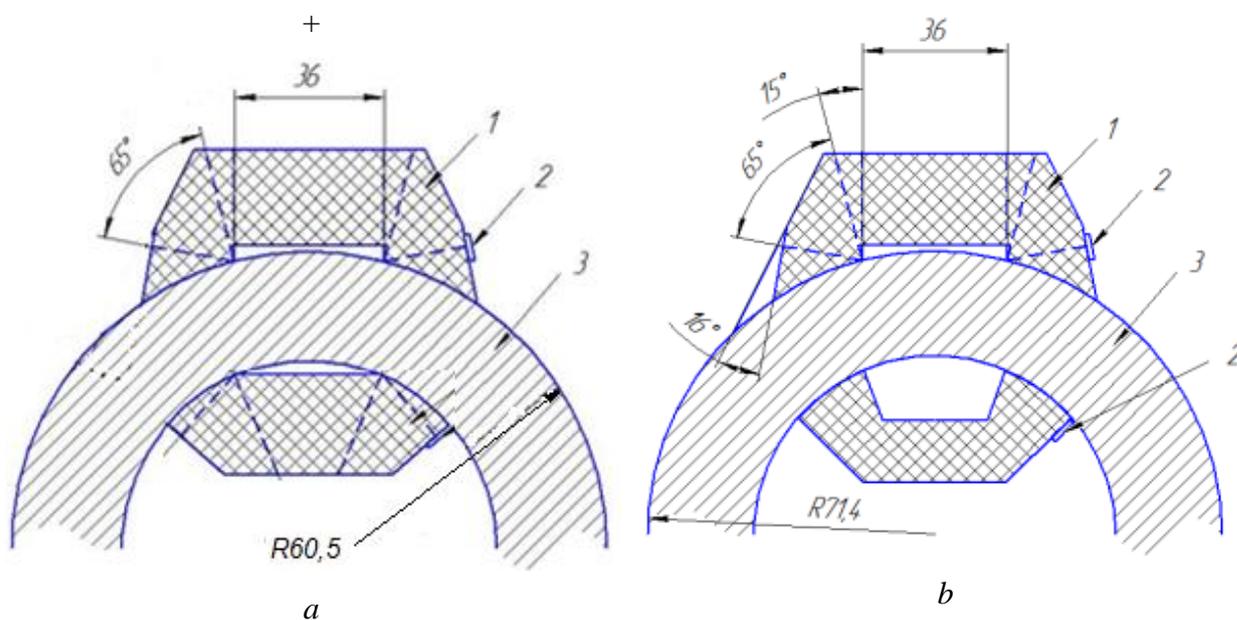


Рисунок 1 – Рэлеевские преобразователи для контроля структурного состояния пружин: *a* – преобразователи для пружин радиусом 60,5 мм, *б* – преобразователи для пружин радиусом 71,4 мм; 1 – корпус преобразователя из оргстекла, 2 – пьезоэлемент, 3 – пружина

Для исследования образцов пружин были использованы структуроскоп ИСП-12 (ультразвуковой индикатор структурных превращений) и ультразвуковой дефектоскоп ДЮ-1000. Измерения проводились на образцах-вырезках пружин внешними диаметрами 143 мм и 121 мм, изготовленных по технологии ВТМО в разное время из разных партий прутков. Результаты представлены в табл. 1..

Таблица 1

Относительные изменения частоты автоциркуляции ($\Delta f_a / f_a$) и скорости в исследованных образцах ($\Delta C_R / C_R$), с использованием ИСП-12, и относительные изменения времени прохождения сигнала ($\Delta t / t$) и скорости ($\Delta C_R / C_R$), зарегистрированных дефектоскопом ДЮ1000

№ образца	D, мм	ИСП-12		ДЮ1000	
		$\Delta f_a / f_a$	$\Delta C_R / C_R$	$\Delta t / t$	$\Delta C_R / C_R$
1	143	0,0072	0,0155	0,0018	0,0041
2		0,0043	0,0092	0,0030	0,0066
3		0,0042	0,0091	0,0033	0,0049
4		0,0038	0,0089	0,0030	0,0074
5	121	0,0046	0,0103	0,0033	0,0090
6		0,0044	0,0096	0,0025	0,0090
7		0,0060	0,0134	0,0044	0,0098

Анализ результатов показал, что рост скорости волны на внутренней поверхности витка в зоне контакта с оправкой относительно внешней стороны витка, сигнализирует о неполной закалке стали 65С2Г в этой зоне в процессе ВТМО. Относительная разница скоростей в разных образцах пружин составляет до (80 м/с), что является существенной величиной для оценки качества ВТМО.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Титов А.В.* Влияние режимов термической обработки на микроструктуру пружин ответственного назначения из стали 60С2А и титанового сплава ВТ16 // *Металлообработка.* - 2015. - № 5 (89). - С. 43-49.
2. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Кокорина Е.Н.* Акустическая структуроскопия и дефектоскопия прутков из стали 60С2А при производстве пружин с наноразмерной структурой. // *Известия ВУЗов. Черная металлургия.* - 2013. – Вып.4. - С. 66-70.
3. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Петров К.В.* Связь механических свойств пруткового проката из стали 40Х со скоростью объемных и рэлеевских волн // *Дефектоскопия.* - 2017. - № 8. - С. 20-28.