

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕСУРСА ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПРУЖИН

Землянушов Никита Андреевич, Землянушова Надежда Юрьевна
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
nikita3535@mail.ru

В процессе эксплуатации высоконагруженных пружин потеря их рабочей нагрузки F_2 может достигать до 10 % и более [1]. Авторами предложены способ и устройство для восстановления пружин с использованием низкотемпературной термомеханической обработки и контактного заневоливания (Пат. RU 2428272 С1, Пат. RU 2447963 С1), разработаны технологии восстановления пружин.

В таблице 1 приведены последовательность операций и оборудование трех новых технологий восстановления силовых параметров пружин 2101-1007021 клапана двигателя автомобиля ВАЗ.

Таблица 1. Новые технологии восстановления силовых параметров пружин

№	Технология 1	Технология 2	Технология 3	Оборудование
1	Контроль: $H_2 = 20$ мм; $F_2 = 275,4 \pm 13,7$ Н			Весы TLS-S-2000, фирмы «TIME»
2	Испытания на выносливость к циклическим нагрузкам			Стенд СБН 0121
3	Промывка (обезжиривание)			Ванна для промывки
4	Контроль: $H_2 = 20$ мм; $F_2 = 275,4 \pm 13,7$ Н			Весы TLS-S-2000, фирмы «TIME»
5	Нагрев на оправке до температуры $T = 420$ °С; время выдержки $t = 15$ мин		Отсутствует	Печь лабораторная
6	Растягивание на оправке			Приспособление для растяжения пружин
7	Отпуск на оправке: $T = 400$ °С; $t = 30$ мин		Отпуск на оправке: $T = 420$ °С; $t = 40$ мин	Печь лабораторная
8	Заневоливание: $F = 3100$ Н ($10F_3$)	Отсутствует	Отсутствует	Устройство для контактного заневоливания
9	Отпуск: $T = 400$ °С, $t = 30$ мин	Отсутствует	Отсутствует	Печь лабораторная
10	Дробеметная обработка: ДСЛ-0,5; $A = 0,3$ мм (прогиб контрольной пластинки)			Установка 6GT8,5 – 10R фирмы «Carlo Banfi»
11	Заневоливание: $F = 3100$ Н ($10F_3$)	Заневоливание: $F = 12400$ Н ($40F_3$)	Отсутствует	Устройство для контактного заневоливания
12	Отсутствует	Отсутствует	Отпуск: $T \leq 240$ °С, $t = 30$ мин	Печь лабораторная
13	Отсутствует	Отсутствует	Заневоливание: $F = 3100$ Н ($10F_3$)	Устройство для контактного заневоливания
14	Контроль: $H_2 = 20$ мм; $F_2 = 275,4 \pm 13,7$ Н			Весы TLS-S-2000, фирмы «TIME»
15	Испытания на выносливость циклическим нагрузкам			Стенд DV8-S2, фирмы «Gejrg Reichert»
16	Контроль: $H_2 = 20$ мм; $F_2 = 275,4 \pm 13,7$ Н			Весы TLS-S-2000, фирмы «TIME»

Примечание: F_3 – сила сжатия пружины до соприкосновения витков, Н; ДСЛ-0,5 – дробь стальная литейная диаметром 0,5 мм.

Пружины, восстановленные по технологиям 1, 2 и 3, были установлены на стенд резонансного типа DV8-S2 фирмы «Gejrg Reicherter» для испытания на стойкость к циклическим нагрузкам (таблица 2). Все пружины выдержали испытания без поломок и недопустимых осадок [1].

Таблица 2. Результаты экспериментальных работ по восстановлению пружин

№ п/п	До испытания	После испытания 6×10^6 циклов		После восстановления			После повторного испытания $10,5 \times 10^6$ циклов	
	F_2 , Н	F_2 , Н	$\Delta F_2 / F_2$, %	F_2 , Н	$\Delta F_2 / F_2$, %	τ_2 , МПа	F_2 , Н	$\Delta F_2 / F_2$, %
Вариант 1 технологии								
<i>min</i>	279,6	275,6	1,3	274,8	0,8	866	274,4	0
<i>max</i>	290,6	282,0	3,7	293,6	-4,1	926	292,8	1,4
X	283,4	278,5	2,0	281,2	0,9	884	279,9	0,45
R	11,0	6,4	2,4	18,8	4,9	60	18,4	1,4
Вариант 2 технологии								
<i>min</i>	271,2	265,0	0,6	266,6	0,1	840,0	262,4	0,5
<i>max</i>	285,4	281,0	4,7	288,2	-6,0	909,0	281,0	2,5
X	277,0	271,2	2,1	276,0	-1,8	870,3	271,7	1,6
R	14,2	16,0	4,1	21,6	6,1	69,0	18,6	2,0
Вариант 3 технологии								
<i>min</i>	276,0	271,8	1,03	290,6	-2,2	916	288,2	-0,7
<i>max</i>	291,0	288,0	1,94	316,0	-15,2	996	316,6	1,0
X	283,7	279,2	1,58	302,2	-8,3	953	302,1	-0,2
R	15,0	16,2	0,91	25,4	13,0	80	28,4	1,7

Примечание: знак «-» – сила пружины увеличилась; τ_2 – касательные напряжения при рабочей деформации, МПа; X – среднее арифметическое значение; *min* – минимальное значение выборки; *max* – максимальное значение выборки; R – размах рассеивания.

Технологии 2 и 3 восстановления пружин рекомендуются для восстановления силовых параметров любых пружин; технология 3 рекомендуется для восстановления силовых параметров пружин со значительной потерей рабочей нагрузки [1].

Литература

1. Землянушнова Н. Ю. Восстановление винтовых цилиндрических пружин сжатия: монография / Н. Ю. Землянушнова, Ю. М. Тебенко, Н. А. Землянушнов. – Ставрополь, АГРУС, 2012. – 88 с.