Рисунок 2 – Зависимость содержания влаги от времени сушки

Анализируя график видно, что за первые 30 минут испаряется свободная гравитационная влага. Дальнейшая сушка солода испаряет капиллярную влагу в молекулах. В связи с этим оптимальное время сушки составляет 60 минут, после этого потери массы раствора солода незначительны и ими можно пренебречь. Предварительно проведенные эксперименты выявили оптимальную температуру сушки в 90 °С, при этой температуре остаётся максимальное количество сухих веществ. При температуре 110 °С солод начинал выгорать, что является недопустимым, так как продукт портится. А при 75 °С значительно увеличивалось время сушки чем при 90 °С. Основываясь на этих данных в дальнейшем будут проводиться эксперименты по созданию сухого концентрированного затора для пивоваренной промышленности.

В настоящее время ведётся более полное исследование процесса затираания в роторно-пульсационном аппарате с применением различных технологий, позволяющих повысить выход экстрагируемых компонентов из разных сортов солода.

1. Потапов А.Н. РАЗРАБОТКА ЭКСТРАКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ «ТВЕРДОЕ ТЕЛО – ЖИДКОСТЬ» / Потапов А.Н., Просин М.В., Магилина А.М., Понамарева М.В. // Техника и технология пищевых производств. - 2013. - №3. - С.80-84.
2. Бородулин Д.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХМЕЛЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ / Д.М.Бородулин, Е.А.Сафонова, М.В.Просин // СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ. – 2017. - № 3 (11). С. 16 – 21.
3. Сафонова Е.А. Интенсификация технологических процессов производства пива при использовании роторно-пульсационного аппарата / Е.А. Сафонова, А.Н. Потапов, Е.А. Вагайцева // Техника и технология пищевых производств. – 2015. - № 1. С 74 – 81.
4. Пат. 2397793 РФ, МПК В01D 11/02, В01F 7/00. Роторно-пульсационный экстрактор с направляющими лопастями / Потапов А. Н., Светкина Е. А., Попик А. М., Просин М. В. // Оpubл. 27.08.2010. – Бюл. № 24.

Землянушнов Н.А.¹, Землянушнова Н.Ю.¹, Фадеев В.В.²
Изготовление облегченных внутренних пружин клапанов
двигателей внутреннего сгорания

¹ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
 (Россия, Ставрополь)

²ОАО «Белебеевский завод Автономаль»
 (Россия, Белебей)

doi: 10.18411/sr-10-08-2017-21

idsp: 000001:sr-10-08-2017-21

Аннотация

Предложен способ изготовления высоконагруженных пружин сжатия. Спроектированы и изготовлены по новому способу облегченные экспериментальные пружины клапанов ДВС уменьшенного сечения проволоки. Экспериментальные пружины

выдержали испытания на КРИП наравне с серийными, что доказывает эффективность применения новой технологии изготовления пружин.

Ключевые слова: изготовление высоконагруженных пружин, упрочнение пружин, пружины уменьшенного сечения проволоки, испытание на релаксационную стойкость.

Основными показателями степени совершенства двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются удельный расход топлива и удельная мощность. Для улучшения данных показателей требуется снизить массы и габариты входящих узлов, агрегатов, а соответственно самих деталей, например пружин клапанов двигателей.

За последние десятилетия масса пружины клапана снизилась примерно в 2...3 раза, мощность, при том же рабочем объеме, выросла в 2 и более раза. Рабочие напряжения пружин клапанов у новых ДВС приблизились к 900 МПа. Например, современные зарубежные двигатели объемом 1,4 литра имеют мощность 140 л.с., а в 80-е годы отечественный автомобиль при объеме двигателя 1,6 литра имел всего 75 л.с.

С целью упрочнения и облегчения массы предложен способ изготовления высоконагруженных пружин, который осуществляют следующим образом [1]. Проволоку упрочнённую подают на пружинонавивочный автомат и навивают пружину с шагом, превышающим шаг готовой пружины. Производят отпуск пружины при температуре 410 ± 10 °С. После 100% люмоконтроля осуществляют шлифовку торцов и дробеметный наклеп, промывку. От аналогов способ отличается тем, что производят пластическое упрочнение при температуре 200...250 °С сжатием осевой нагрузкой $(10...300)F_3$ (F_3 – сила сжатия пружины до соприкосновения витков) и снимают фаски с торцов. Нагрузку можно прикладывать вибрационно. Последние операции – нанесение защитного покрытия, консервация и упаковка.

Процесс упрочнения сопровождается структурными изменениями в деформированном слое с соответствующим повышением его твердости и прочности, образованием благоприятных остаточных напряжений сжатия и формированием качественно новой макро- и микрогеометрии поверхности и материала пружин [2]. Известны устройства для пластического упрочнения пружин [3, 4, 5].

Определены параметры внутренней и наружной пружин клапана ДВС автомобилей семейства ВАЗ уменьшенного сечения проволоки, табл. 1. Внутренняя пружина клапанов является более напряженной, чем наружная, поэтому она взята в качестве образца для испытаний, и по предложенному способу [1] совместно с ОАО «Белебеевский завод «Автонормаль» разработана технология изготовления облегченных внутренних пружин клапана из проволоки сечением 2,6 мм.

Последовательность выполнения технологических операций при изготовлении экспериментальных пружин следующая.

Таблица 1.

Параметры серийных и экспериментальных пружин

Параметры пружин	Серийные пружины		Экспериментальные пружины	
	2101-1007020 наружная	2101-1007021 внутренняя	Э2101-1007020-14 наружная	Э2101-1007021-14 внутренняя
Диаметр проволоки d , мм	3,60	2,70	3,40	2,60
Внутренний диаметр D_1 , мм	25,50±0,25	17,60±0,20	25,50±0,25	17,60±0,20
Средний диаметр D_0 , мм	29,10	20,30	28,90	20,20
Общее число витков n_1	6,00	6,50	5,10	5,90
Рабочее число витков n	4,00	4,50	3,10	3,90
Свободная длина L_0 , мм	51,25	39,82	49,00	40,50
Предварительная длина L_1 , мм	33,70	29,70	33,70	29,70
Рабочая	24,00	20,00	24,00	20,00

Параметры пружин	Серийные пружины		Экспериментальные пружины	
	2101-1007020 наружная	2101-1007021 внутренняя	Э2101-1007020-14 наружная	Э2101-1007021-14 внутренняя
длина L_2 , мм				
Длина сжатой до соприкосновения витков пружины L_{3max} , мм	19,11	15,78	14,96	13,49
Ход кулачка h , мм	9,70		9,70	
Сила F_1 , Н	283± 23/15	136,2±14/7	269,83	151,62
Сила F_2 , Н	452 ± 22,5	275,4 ± 13,7	440,90	287,78
Сумма F_1 , Н	420 ± 17		420 ± 17	
Сумма F_2 , Н	727± 32		727± 32	
Напряжение τ_1 , МПа	526,00*	423,00*	592,31*	528,00*
Напряжение τ_2 , МПа	842,00*	856,00*	967,83*	1002,23* max 1050*
$\tau_2 - \tau_1$, МПа	316,00	433,00	375,52	474,23
Жесткость Z , Н/мм	16,59	13,90	17,64	14,05
Масса пружин m , гр.	≈ 39,69 $m_{заг} \approx 43,56$	≈ 15,70 $m_{заг} \approx 18,52$	≈ 28,93 $m_{заг} \approx 32,80$	≈ 12,69 $m_{заг} \approx 15,51$

* - расчеты без учета сил инерции.

1. Входной контроль проволоки на соответствие техническим условиям по ТУ 14-4-1380-96. Предел прочности, испытание на навивку, испытание на кручение.
2. Промывка (обезжиривание).
3. Контроль проволоки на дефектоскопе «Ferster».
4. Навивка с отбраковкой дефектных пружин на автомате FS-5 фирмы «Wafios». Пружину навивают с шагом, превышающим шаг готовой пружины.
5. Промывка, сушка перед отпуском.
6. Отпуск при температуре 410 ± 10 °С в течение 30 минут для снятия остаточных напряжений и ускоренного деформированного старения. При этом по плоскостям скольжения (на дислокациях) выпадают мелкодисперсные частицы (карбиды) и увеличивается предел упругости.
7. Люминесцентный контроль.
8. Шлифовка торцов на полуавтомате FS-6 фирмы «Wafios».
9. Дробеметная обработка. Прогиб контрольной пластины 0,203...0,303 мм. Время обработки 10 мин.
10. Разборка сцепленных пружин.
11. Отпуск при температуре 180 °С в течение 25 мин. Цель отпуска, проводимого после дробеметной обработки, – ускорить старение наклепанного слоя, повысить предел упругости материала этого слоя.
12. Разборка сцепленных пружин.
13. Пластическое упрочнение пружин при температуре 250 °С нагрузкой 10F3 – 3791,7 Н. Время выдержки под нагрузкой 1...1,5 с.
14. Снятие внутренних фасок.
15. Промывка, сушка.
16. Окончательный контроль.
17. Фосфатирование с промасливанием по ТУ 5.00432.
18. Испытания на КРИП (релаксация нагрузки).
19. Усталостные испытания.

Параметры изготовленных серийных (по известной технологии) и экспериментальных (по новой технологии) пружин представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 2.

*Силовые параметры серийных 2101-1007021 ($d = 2,7$ мм) и
экспериментальных пружин ($d = 2,6$ мм) Э2101-1007021-14*

№ п/п	серийные пружины		экспериментальные пружины	
По ТТ чертежа	F_1 , Н	F_2 , Н	F_1 , Н	F_2 , Н
	136,2±13,7/-6,8 (129,4...149,9)	275,4±13,7 (261,7...289,1)	151,6±7 (144,6...158,6)	287,8±13,7 (274,1...301,5)
1	135,1	271,6	145,2	284,6
2	139,7	275,3	144,9	287,3
3	141,7	278,2	146,1	285,9
4	141,6	277,6	145,3	285,1
5	133,1	265,9	151,1	275,0
6	139,5	275,0	151,0	275,1
7	138,9	273,8	146,3	286,0
8	136,5	270,0	147,1	289,0
9	132,8	264,1	145,5	285,2
10	130,5	263,5	149,0	277,1
11	133,6	264,4	151,2	276,0
12	139,5	278,0	155,5	290,2
13	139,4	275,0	151,3	276,2
14	136,5	270,1	149,1	277,5
15	138,1	267,3	150,1	273,1
16	133,4	266,3	145,0	284,7
17	139,0	276,1	146,1	286,1
18	136,0	270,0	156,0	292,0
19	135,0	271,1	151,0	275,0
20	133,5	267,2	145,3	285,0
21	134,0	268,1	146,1	286,0
22	139,0	274,1	151,2	275,9
23	135,8	271,6	144,8	287,1
24	138,0	269,1	156,0	293,0
<i>min</i>	130,5	263,5	144,8	273,1
<i>max</i>	141,7	278,2	156,0	293,0
<i>X</i>	136,7	271,0	148,8	282,8
<i>R</i>	11,2	14,7	11,2	19,9

Примечание: F_1 - сила пружины при предварительной деформации; F_2 - сила пружины при рабочей деформации; $\min$ – минимальное значение выборки; $\max$ – максимальное значение выборки; X – среднее арифметическое значение; R – размах рассеивания.

При анализе таблицы 2 можно сделать следующие выводы. Замеры серийной партии пружин клапана 2101-1007021 показали, что сила F_2 находится в пределах 263,5...278,2 Н, что не выходит за пределы допускаемых отклонений $275,4 \pm 13,7$ Н. Рассеивание рабочей нагрузки составляет 14,7 Н.

Работы по изготовлению экспериментальной партии пружин Э2101-1007021-14 (при температуре упрочнения 250 °С) из проволоки 2,6 Oteva 70SC (2,6 VD SiCr DIN EN 10270-2) показали, что сила пружин F_2 находится в пределах 273,1...293,0 Н и тоже не выходит за пределы допускаемых отклонений $287,8 \pm 13,7$ Н.

Новая технология изготовления пружин клапанов с применением устройств для пластического упрочнения [3, 4, 5] обеспечивает внутренней пружине клапанов (Э2101-1007021-14) из проволоки сечением 2,6 мм по стандарту DIN EN10270.2-VD SiCr соответствие геометрическим и силовым параметрам.

Для оценки эффективности технологии изготовления пружин уменьшенного сечения проволоки согласно требованиям FIAT-BA3 проведены сравнительные испытания пружин на релаксационную стойкость «КРИП».

Методика заключается в следующем:

- замер силы пружины F_2 , Н;
- сжатие пружин (5 шт.) в специальном приспособлении для испытаний на «КРИП» до высоты $l_2 = 20$ мм;
- выдержка в течении 48 часов в лабораторной печи при температуре $130 \pm 20^\circ\text{C}$;
- замер силы пружины после испытаний F_2 , Н;
- расчет относительной потери силы $\Delta F_2 = [(F_2 - F_2')/F_2] \times 100, \%$.

Результаты испытаний представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3.

Результаты испытаний серийных пружин 2101-1007021 ($d = 2,7$ мм) на релаксационную стойкость «КРИП»

№ п.п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	min	max	X	R
$\Delta F_2, \%$	1,43	1,45	1,80	1,46	1,43	1,43	1,43	2,13	1,44	1,92	1,43	2,13	1,59	0,70

Таблица 4.

Результаты испытаний экспериментальных пружин ($d = 2,6$ мм)

Э2101-1007021-12 на релаксационную стойкость «КРИП»

№ п.п	1	2	3	4	5	min	max	X	R
$\Delta F_2, \%$	2,12	0,70	1,50	1,50	1,50	0,70	2,12	1,46	1,42

Испытания на КРИП показали, что у серийных пружин относительная потеря силы ΔF_2 составила до 2,13%, а у экспериментальных – до 2,12%. Экспериментальные пружины выдержали испытания на КРИП наравне с серийными, это доказывает эффективность применения новой технологии изготовления высоконагруженных пружин сжатия.

1. Пат. RU 2464119 C1, МПК B21F 35/00, C21D 9/02. Способ изготовления высоконагруженных пружин сжатия / Землянушнов Н.А., Тебенко Ю.М., Землянушнова Н.Ю. – № 2011118220/02; заявлено 05.05.2011; опубл. 20.10.2012, Бюл. № 29. – 3 с.
2. Рахштадт, А. Г. Пружинные стали и сплавы. – 3-е изд. перераб. и доп. / А. Г. Рахштадт. – М. : Металлургия, 1982. – 400 с.
3. Пат. RU 2457917 C1, МПК B21F 35/00, F16F 1/06. Устройство для контактного заневоливания пружин / Тебенко Ю. М., Землянушнова Н. Ю., Землянушнов Н. А. – № 2011105212/02; заявлено 11.02.2011; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22. – 5 с.
4. Пат. RU 2251036 C1, МПК F 16 F 1/04, B 21 F 35/00. Устройство для контактного заневоливания пружин / Землянушнова Н. Ю. – № 2003130451/11; заявлено 14.10.03; опубл. 27.04.05, Бюл. № 12. – 3 с.
5. Пат. RU 2393042 C1, 21F35/00 – Устройство для контактного заневоливания пружин / Тебенко Ю.М., Землянушнова Н.Ю., Землянушнов Н.А. № 2009119496/02; заявлено 22.05.2009; опубл. 27.06.2010. Бюл. № 18 – 4 с.

Кононов Н.Р., Шаршов В.В., Литвинов Е.В.

Создание альтернативной модели насоса дозаторного типа

*Воронежский государственный университет инженерных технологий
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2017-22

idsp: 000001:sr-10-08-2017-22

Аннотация

В данной работе рассматриваются существующие модели вентиляторов, указываются подходящие модели электродвигателей для их питания а так же максимальная производительность вентиляторов. На основе этого предлагается альтернативная конструкция насоса дозатора, способного нагнетать как жидкости так и газы, приводятся данные о его производительности.

Ключевые слова: осевой вентилятор, радиальный вентилятор, насос, дозатор.