

Как видно из таблицы 2, диаметр пятна износа в композиции: рапсовый биодизель 1% : 99% составила 0,87 мм, а в композиции 5% : 95% - 0,63 мм, в композиции: подсолнечный биодизель — 0,79 и 0,67 мм соответственно. Результаты проведенных исследований показали, что синтезированные эфиры можно использовать в качестве противоизносных присадок, и введение в состав дизельного топлива указанных добавок позволяет снизить диаметр пятна износа, то есть улучшает его смазывающую способность.

Таким образом экологические характеристики эфирной композиции лучше, чем товарного дизельного топлива и чистого биодизельного топлива, т.е. использование эфирной композиции уменьшает вредное воздействие мобильной энергетики на окружающую среду, влияет на расширение сырьевой энергетической базы и является одним из перспективных топливоиспользований в дизельной энергетике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Фукс И.Г. Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения / И.Г. Фукс, А.Ю. Евдокимов, А.А. Джамалов, А.Лукса // Химия и технология топлив и масел. – 2009. – № 6. – С. 60.
- 2 Анискин В. Н. Перспективы использования растительных отходов в качестве биотоплив / В. Н. Анискин, А.В. Голубкович // Теплоэнергетика. – 2008. – № 5. – С. 60.
- 3 Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – М.: Изд-во МГАУ им. В.П.Горячкина, 2007. – 340 с.

ТҮЙІН

Өсімдік майлары мен этил спирті қатысында нәтижесінде күрделі эфирлер түзілетін синтез жүргізілді. Алынған эфирлер дизельдік отындарға қосынды ретінде қолданылады. Төмен молекулярлық эфирлерді дизельдік отындар құрамына енгізгенде физика – химиялық сипаттамалары нормативті талаптардан аспайды. Дизельдік отындар құрамына енгізілген эфир қосындылары отынның майлағыштық қабілеттіліктерін жақсартады.

RESUME

The synthesis of vegetable oils and ethyl alcohol products which are esters was held. These esters used as diesel fuel additives. Introduction of low molecular weight esters in diesel fuel leads to a change in its physical-chemical characteristics, bringing them closer to regulatory requirements. It is shown that as the esters of diesel fuel additives to improve their lubricity.

УДК 621.789

Р. А. Есимов¹, А.К. Кадиралиев¹, магистранты 2 курса,
С. М. Камалов¹, доктор геолого-минералогических наук, профессор,
А. В. Королев², доктор технических наук, профессор

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

²Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

ВИБРОМЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Аннотация

В данной работе приводятся сравнительные результаты исследования эффективности разработанной авторами технологии виброотпуска и традиционной технологии стабилизации внутренних напряжений – низкотемпературного отпуска.

Ключевые слова: остаточные напряжения, ультразвуковая релаксация, вибромеханическая релаксация, ультразвук, релаксация, подшипники.

Введение. Известно, что одним из основных факторов, приводящих к снижению первоначальной точности изделий, является неуправляемая релаксация остаточных напряжений, неизбежно возникающая в соответствии с законами теории ползучести в процессе их эксплуатации. Увеличение отклонений формы и изменения размеров изделий, вызываемое релаксацией напряжений, неизбежно приводит к снижению надежности и уменьшению срока службы изделий, снижению их эксплуатационных свойств. Даже казалось бы незначительное изменение напряжений, а следовательно и геометрических параметров изделий, в течение определенного интервала времени приводит к резкой потере точности этих изделий, а затем и машины в целом. Иногда осуществляется поломка изделий, когда остаточные напряжения в изделиях суммируются с напряжениями, возникающими в процессе их эксплуатации.

Известно, что напряжения в изделиях возникают в процессе их изготовления при получении заготовок деталей, при их механической обработке, при термической обработке, при сборке изделий и суммируются в готовом изделии. Чтобы избежать потери качества изделий в процессе эксплуатации, производители техники, к которой предъявляются высокие требования надежности и долговечности, осуществляют релаксацию остаточных напряжений на заключительных стадиях их изготовления.

Из известных способов уменьшения или устранения остаточных напряжений и стабилизации размеров для прецизионных изделий точных приборов наибольшее применение имеет термическая обработка – отжиг и старение. Основными недостатками этих существующих технологий релаксации являются следующие: а) большие затраты энергии; б) их низкая производительность; в) длительность цикла обработки; г) необходимость использования дорогостоящего оборудования (печей) для осуществления обработки; д) большие потребные производственные площади; е) высокая квалификация обслуживающего персонала; ж) тяжелые условия труда; з) отрицательное воздействие на окружающую среду и др. Все перечисленные недостатки приводят к резкому необоснованному удорожанию изделий и не гарантируют при этом высокое качество. Именно поэтому продолжаются поиски эффективного способа снятия остаточных напряжений.

Методы исследований. Сотрудниками ООО НПП НИМ (г. Саратов) и ЗКАТУ им. Жангир хана разработана эффективная технология ультразвуковой релаксации остаточных напряжений в деталях типа колец [1-3]. Сущность данной технологии заключается в том, что обрабатываемая заготовка подвергается упругой деформации на определенную величину, а от специальной ультразвуковой установки ей дополнительно контактным способом сообщаются ультразвуковые колебания.

Основные результаты. Испытания способа релаксации остаточных напряжений [4] проводились на кольцах 206-01Б, взятых после операции шлифования по наружному и внутреннему диаметрам и предварительного шлифования желоба.

Согласно разработанной методике исследований в качестве исследуемых факторов принимались:

D_k — наружный диаметр колец;

V_k — отклонения от некруглости желоба по наименьшему диаметру;

H_m — твердость материала.

Ультразвуковая обработка колец проводилась в лаборатории ООО НПП НИМ на опытной установке для проведения МЭР по отработке технологии стабилизации. При этом сравнивали три группы колец, из которых 1-ю группу колец обработали по заводской технологии дополнительного отпуска (отпуск при температуре 150°C в печи в течение 3-х часов), 2-ю группу колец обработали по усредненным режимам ультразвуковой обработки и 3-ю контрольную группу не подвергали никаким видам обработки.

Для определения величины остаточных напряжений была принята следующая методика. В исследуемых образцах (кольцах) измеряли наружный диаметр с точностью до 1 мкм. Затем кольца разрезали и измеряли их наружный диаметр в плоскости, перпендикулярной резу. При этом, под действием внутренних напряжений, имеющихся в материале кольца, величина его наружного диаметра изменялась — уменьшалась или увеличивалась в зависимости от знака напряжения до положения статического равновесия.

После разрезания кольцо представляет собой упругий элемент, характеризующийся величиной жесткости. Определив жесткость кольца и зная величину изменения его наружного диаметра, можно подсчитать величину остаточных напряжений в материале кольца.

Жесткость колец определяли экспериментально на установке для определения коэффициентов трения в материалах. Работа проводилась в лаборатории кафедры деталей машин СГТУ.

На основании усредненных значений величины изменения наружного диаметра после разрезки колец с учетом усредненной величины жесткости колец, вычислены величины действующих нагрузок и напряжений в материале колец по всем группам образцов.

В таблице 1 приведены значения средних величин контролируемых параметров и остаточных напряжений в кольцах после дополнительного отпуска, ультразвуковой стабилизации на средних режимах и в кольцах контрольной группы.

Таблица 1 – Средние величины контролируемых параметров и остаточных напряжений после различных видов обработки

Обработка	Параметры					
	Изменение наружн. диаметра ΔD , мкм	Изменение некругл. ΔV , мкм	Изменение твердости ΔH , HRC ₃	Разность диаметров до и после разрезки ΔD , мкм	Сила от внутренн. напряжений, Н	Величина внутренн. напряжений σ , Н/мм ²
Отпуск в печи при 150°С в течение 3-х часов	0.0017	0.48	-0.19	-16.66	4.298	12.39
Ультразвуковая обработка: $\delta=0.3$ мм; $A=10$ мкм; $t=15$ с	0.00	0.263	0.00	-10.66	2.455	7.5
Контрольная группа (не обработанные)	0.0001	0.086	-0.18	-21.6	5.302	15.30

Из таблицы 1 следует, что ультразвуковая обработка обеспечивает лучшие показатели по всем, принятым в программе, контролируемым показателям:

- после ультразвуковой обработки величина наружного диаметра кольца не изменяется, тогда как после дополнительного отпуска увеличивается в среднем на 1-2 мкм;
- по сравнению с дополнительным отпуском после ультразвуковой обработки отклонение от круглости колец уменьшается в 1.8 раза;
- ультразвуковая обработка повышает твердость материала кольца в среднем на 0.18-0.19 единиц HRC₃, по сравнению с дополнительным отпуском и контрольной группой колец соответственно;
- ультразвуковая обработка обеспечивает более эффективное снятие напряжений (в среднем в 1.41 раза) по сравнению с дополнительным отпуском (таблица 2).

Заключение (выводы). Следует подчеркнуть, что ультразвуковая релаксация остаточных напряжений обладает удивительным свойством: она обеспечивает одновременно и более эффективное снижение остаточных напряжений и меньшую деформацию детали в процессе релаксации, сохранение ее исходной геометрической формы.

Ультразвуковая релаксация остаточных напряжений обеспечивает высокий экономический эффект в сфере производства. Так, в настоящее время для релаксации напряжений к деталям типа колец подшипников применяется низкотемпературный отпуск в электропечах. Но при этом затрачивается большое количество электроэнергии. Ультразвуковая релаксация остаточных напряжений отличается высоким энергосбережением. В качестве примера в таблице 2 приведено сравнение различного вида затрат на релаксацию остаточных напряжений по традиционной и по предлагаемой ультразвуковой технологиям.

Таблица 2 – Расчет капитальных и эксплуатационных затрат на релаксацию напряжений в деталях типа колец подшипников размером 100x20мм при годовом объеме выпуска 2500 тыс.шт.

№ п/п	Наименование показателей	Печь НКО.10.12.10/4,5М	Ультразвуковое оборудование УЗР-12	Эффективность УЗК-12, %
1.	Рыночная цена, руб	910600	720000	26
2.	Потребное количество оборудования (2 смены). шт.	2	1	100
3.	Занимаемая площадь, кв.м	2,2	1,5	47
4.	Производительность при размерах изделий 100x100x20мм, шт/час	420	720	70
5.	Потребляемая мощность, кВт	62	3	2000
6.	Расход энергии, кВтч/1000шт	146,8	4,2	3400
7.	Расход энергии на годовой объем выпуска изделий 2500 тыс. шт. при цене 4,8 руб./кВтч, руб/год	1761792	50112	3400

Как видно из таблицы, по всем показателям ультразвуковое оборудование превосходит существующее. Резко снижаются капитальные затраты, повышается производительность обработки, снижаются потребные производственные мощности, резко, в несколько десятков раз, снижаются затраты электроэнергии. В результате этого не только для вновь создаваемых предприятий, но и для действующих предприятий экономически выгодно приобрести ультразвуковое оборудование и за счет экономии только одной электроэнергии менее, чем за один год, окупить затраты на его приобретение.

Таким образом, ультразвуковая релаксация остаточных напряжений позволяет эффективно заменить традиционный способ релаксации в печах и обеспечивает существенное трудоёмкости изготовления деталей, снижение энергозатрат и повышение качества обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Королев А.В., Чистяков А.М., Кривега В.А., Моисеев Г.Н. Способ вибростарения деталей // Патент РФ № 2140842. 20.03.99. Бюл. №8.
- 2 Королев А.В., Королев А.А. Способ релаксации остаточных напряжений // Патент RU № 2478031. 27.05.2011. Бюл. №2.
- 3 Королев А.В., Королев А.А. Способ релаксации остаточных напряжений // Патент RU № 2447110. 10.05.2011. Бюл. №2.
- 4 Королев А.В. Технология виброобработки деталей подшипников / А.В. Королев, А.М.Чистяков, В.А. Кривега, В. Г. Моисеев // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: межвуз. науч. сбор. – Саратов, СГТУ, 1997. – С.4-11.

ТҮЙІН

Бұл жұмыста вибрациялық өңдеу және ішкі кернеуді тұрақтандырудың дәстүрлі технологиясының салыстырмалы тиімділігін зерттеу нәтижелері - төмен температурамен қыздыруда келтірілген.

Түйін сөздер: Қалдық кернеу, ультрадыбыстық релаксация, вибромеханикалық релаксация, ультрадыбыс, релаксация, подшипниктар.

RESUME

This article presents the results of comparative research on the effectiveness of technology developed by the authors vibration removal and traditional technology of stabilization of internal stresses - low temperature tempering.

Keywords: Residual stresses, ultrasonic relaxation, vibromechanic relaxation, ultrasound, relaxation, bearings.