

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»  
Студенческое научное общество БарГУ

# **СОДРУЖЕСТВО НАУК. БАРАНОВИЧИ-2016**

Материалы XII Международной  
научно-практической конференции  
молодых исследователей

(Барановичи, 19—20 мая 2016 года)

В трёх частях

Часть 2

Барановичи  
БарГУ  
2016

В части 2 сборника материалов XII Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Содружество наук. Барановичи-2016» представлены результаты исследований в области физики и математики, а также рассмотрены актуальные проблемы в области информационных систем и технологий в образовании, науке и технике. Особое внимание уделено современным тенденциям в технологиях и материалах машиностроительного и сельскохозяйственного производств, а также экономическим аспектам развития предприятия, региона.

Сборник адресован научным работникам, аспирантам, магистрантам и студентам инженерных и экономических специальностей учреждений высшего образования.

Редакционная коллегия:

А. В. Никишова (гл. ред.), Ю. Е. Горбач, В. Н. Кременевская (отв. секретари), Е. Н. Кирюхова,  
О. И. Наранович, А. К. Гавриленя, М. В. Нерода, В. Н. Познякевич, Г. Я. Житкевич

Рецензент

кандидат технических наук, заведующий лабораторией механофизики гетерогенных систем  
Государственного научного учреждения «Физико-технический институт  
Национальной академии наук» А. М. Милюкова

---

*Научное издание*

СОДРУЖЕСТВО НАУК.  
БАРАНОВИЧИ-2016

Материалы XII Международной  
научно-практической конференции  
молодых исследователей

(Барановичи, 19—20 мая 2016 года)

*На русском, белорусском, английском языках*

В трёх частях

Часть 2

Ответственный за выпуск Е. Г. Хохол  
Технический редактор А. Ю. Сидоренко  
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак  
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 04.10.2016. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага ксероксная.

Отпечатано на копировально-множительной технике. Усл. печ. л. 28,00. Уч.-изд. л. 25,10. Тираж 9 экз. Заказ 681.

Учреждение образования «Барановичский государственный университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя № 1/424 от 09.09.2016.  
Ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи. Тел. 8 (0163) 45 46 28, e-mail: rio@barsu.by .

**Заключение.** Программа, разработанная для исследования КШМ, позволяет выводить на экран и на печать полученные величины в табличном виде и в виде графиков в зависимости от угла поворота кривошипа. Данная разработка будет использована в учебном процессе для обеспечения лабораторной работы «Исследование динамики машинного агрегата» и является наглядным примером междисциплинарных связей в учреждениях образования.

#### Список цитируемых источников

1. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / В. К. Акулич [и др.] ; под общ.ред. Г. Н. Девойно. Минск : Выш. шк., 1986. 286 с.

УДК 621.824.32

**В. А. Потапов**

*Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи*

### ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ МОДЕЛИ Д-243

**Введение.** Коленчатый вал воспринимает действие расширяющихся газов при рабочем ходе поршней, передаваемые шатунами и преобразует их в крутящий момент. Кроме того, коленчатый вал обеспечивает движение поршней во время вспомогательных тактов и пуска двигателя [1].

Актуальность исследования подтверждается тем, что подавляющая часть транспортной техники оснащена двигателями внутреннего сгорания, надёжность которых в основном определяется техническим состоянием деталей кривошипно-шатунного механизма. Проблематика состоит в том, что коленчатый вал двигателя является дорогим элементом кривошипно-шатунного механизма и поиск оптимальных технологий его восстановления и упрочнения позволит сэкономить денежные и трудовые затраты.

Методологической и теоретической основой послужили исследования в области восстановления и упрочнения коленчатых валов. При исследовании использовался теоретический анализ.

Целью данного исследования является определение оптимальной технологии ремонта коленчатого вала двигателя модели Д-243 с применением ионно-плазменного азотирования. Задачей исследования является определение возможности применения в качестве упрочняющего метода ионно-плазменное азотирование.

**Основная часть.** Коленчатый вал двигателя модели Д-243 стальной, изготовлен из стали 40ХГНМ, имеет пять коренных и четыре шатунные шейки [2].

Коленчатый вал испытывает большие нагрузки и подвергается скручиванию, изгибу и механическому изнашиванию. Основной дефект коленчатого вала — это износ коренных и шатунных шеек, овальность, конусность, задиры. Коэффициент повторяемости — 1 [3]. К способам устранения данного дефекта относятся: шлифование под ремонтный размер; нанесение покрытий наплавкой, электроконтактной приваркой ленты, металлизацией; постановка полуколец, пластинирование [4].

При анализе стоимости восстановления выявлено, что шлифование под ремонтный размер является наиболее целесообразным с точки зрения экономии затрат на ремонт. Однако в этом способе восстановления есть существенный недостаток — при шлифовании под ремонтный размер снимается слой упрочнённого металла и снижается твёрдость шеек. Для номинального диаметра коренных и шатунных шеек твёрдость составляет 56-63HRC, [5].

Для ремонта дизеля Д-243 предусмотрены четыре ремонтных размера вкладышей [6]. Установлено, что при шлифовании под ремонтный размер твёрдость снижается и на последних ремонтах составляет, как правило, на 20—80% ниже, чем при номинальном размере. По этой причине возникает необходимость упрочнения шеек коленчатого вала. Один из способов упрочнения является ионно-плазменное азотирование, которое имеет ряд преимуществ перед другими способами: 1) более высокая поверхностная твёрдость азотированных деталей (таблица 1); отсутствие деформации деталей после обработки и высокая чистота поверхности; 2) повышение предела выносливости и увеличение износостойкости обработанных деталей; 3) более низкая температура обработки (400—600°С), благодаря чему в стали не происходит структурных превращений; 4) сохранение твёрдости азотированного слоя после нагрева до 600—650°С; 5) снижение себестоимости обработки в несколько раз [7].

Т а б л и ц а 1 — Характеристика стали 40ХГНМ после ионно-плазменного азотирования [8]

Характеристика слоя		Температура процесса, °С
глубина, мм	поверхностная твёрдость, HV 0,5	
0,2—0,5	540—600	520—550

**Заключение.** Шлифование под ремонтный размер, полирование шеек и упрочнение методом ионно-плазменного азотирования является наиболее оптимальным вариантом ремонта коленчатого вала двигателя Д-243.

## Список цитируемых источников

1. Тракторы и автомобили. Конструкция : учеб. пособие / А. Н. Карташевич [и др.] ; под ред. А. Н. Карташевича. М. : НИЦ ИНФРА-М ; Мн. : Нов. знание, 2013. — 313 с.
2. Четырёхцилиндровый двигатель и его системы. Руководство по текущему ремонту 243-0000100РТ. Минск, 2006.
3. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учебник для нач. проф. образования / В. В. Курчаткин [и др.] ; под ред. В. В. Курчаткина. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2008. 464 с.
4. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве.
5. Четырёхцилиндровый двигатель и его системы.
6. Там же.
7. Материально-техническая база. [Электронный ресурс] // Официальный сайт учреждения образования «Барановичский государственный университет». URL: <http://www.barsu.by/faculties/chairengineering/base.php> (дата обращения: 10.03.2016).
8. Там же.

УДК 621.431.7:631.3

И. И. Школко

Учреждения образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## АППАРАТНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЧИСТОТЫ МОТОРНОГО МАСЛА

**Введение.** Актуальность исследования подтверждается тем, что накопление загрязнений в маслах, изменение их физико-химических свойств и фракционного состава наиболее существенно влияют на работу двигателя. К отрицательным последствиям загрязнения моторного масла можно отнести следующие: увеличение трудоёмкости обслуживания агрегатов очистки масла; возрастание интенсивности изнашивания трущихся поверхностей деталей; эрозийное изнашивание отверстий сопл масляных центрифуг; залегание поршневых колец; повышение теплового режима работы двигателя из-за образования плёнок и нагаров на деталях; заклинивание клапанов газораспределения в направляющих втулках; образование нагаров в системе выпуска газов; засорение дренажных отверстий в поршнях и маслосъёмных кольцах; заклинивание клапанов системы смазки; засорение масляных каналов; увеличение вязкости и ухудшение поступления масла к парам трения; ускорение коррозионного изнашивания деталей и некоторые другие [1]. В связи с этим возникает необходимость оперативного контроля загрязнённости моторного масла в процессе работы.

**Основная часть.** Многолетний опыт, накопленный в разных странах, даёт основание утверждать, что надёжным способом выявления неисправности машин является диагностика по анализу работающего масла. Прогнозируемые дефекты при разборке и ремонте машин подтверждаются в 95% случаев. Это можно обосновать тем, что масло является наиболее эффективным, изменяемым, контролируемым и гибким накопителем и элементом информативных признаков состояния машины.

Важно отметить, что при проведении контроля параметров моторного масла в эксплуатации можно обеспечивать надёжную работу двигателей в пределах заданного ресурса. Но для достижения максимального эффекта необходима система сбора информации и её точная обработка. Оперативный и систематический контроль качества масла и статистическая обработка результатов позволяют определить стадии возникновения дефектов в машине, выявить и устранить причины их образования.

Для решения описанной выше проблемы существует ряд методов контроля чистоты моторного масла двигателей внутреннего сгорания.

Согласно первому методу контроль загрязнённости механическими примесями моторного масла двигателя внутреннего сгорания [2] осуществляется путём измерения времени перемещения чувствительного элемента в измерительной ёмкости с пробой масла, взятой из картера двигателя, и сравнения её с составленной заранее функциональной зависимостью для данного сорта масла. Пробу масла из картера двигателя делят на две части, одну из которых доводят до оптимальной температуры термически и измеряют время перемещения чувствительного элемента, а другую обрабатывают ультразвуком до достижения ею оптимальной температуры. Затем измеряют время перемещения чувствительного элемента, причём замер в измерительной ёмкости производят для обеих частей проб масла отдельно в верхней и нижней половинах измерительной ёмкости, сравнивают разность времён перемещения чувствительного элемента, произведённую отдельно в верхней и нижней половинах измерительной ёмкости. С пробами масла, прогретыми ультразвуком и термически, с заранее составленной функциональной зависимостью для подобных условий и производят оценку загрязнённости масла механическими примесями.

Кроме того, контроль чистоты моторного масла можно осуществлять фотоэлектрическим методом измерения размеров и концентрации взвешенных частиц. Его суть заключается в том, что в потоке частиц, освещённом неподвижным пучком света, возбуждают акустическое колебание в направлении, перпендикулярном направлению потока и оси пучка, и регистрируют «пачки» импульсов рассеянного частицами света, возникающие при пересече-