

А.С. Денисов, Б.Ф. Тугушев, Е.Ю. Горшенина

**ПОВЫШЕНИЕ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ
КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ
АВТОТРАКТОРНЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ
В ЭКСПЛУАТАЦИИ
И ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ**

Монография

RU
Science
RU-SCIENCE.COM

Москва
2018

Содержание

| | |
|---|-----------|
| Введение..... | 6 |
| 1. Анализ состояния проблемы обеспечения ресурса коленчатых валов, цель и задачи работы | 8 |
| 1.1. История проблемы и обзор технологий..... | 8 |
| 1.1.1. Первые технологии ремонта и восстановления кривошипов металлопокрытиями | 8 |
| 1.1.2. Послевоенный этап развития технологий | 11 |
| 1.1.3. Технологии институтов СПИ, КазНИИПИАТ и НИИАТ..... | 13 |
| 1.1.4. Зарубежные способы восстановления коленчатых валов..... | 17 |
| 1.2. Анализ отечественного опыта восстановления коленчатых валов ... | 23 |
| 1.3. Современные наплавочные материалы и технологии восстановления коленчатых валов..... | 25 |
| 1.4. Основные задачи, решаемые при восстановлении коленчатых валов..... | 32 |
| 1.5. Анализ эксплуатационных дефектов коленчатого вала двигателя КамАЗ-740..... | 35 |
| 1.6. Влияние деформации коленчатого вала на использования его ресурса | 41 |
| 1.7. Анализ эксплуатационных задиров и трещин на шейках коленчатого вала..... | 49 |
| 1.8. Анализ трещин и усталостных разрушений коленчатых валов..... | 59 |
| <i>Выводы по главе.....</i> | <i>64</i> |
| 2. Общая структура технологического обеспечения и методика исследования..... | 66 |
| 2.1. Общая методика исследования..... | 66 |
| 2.1.1. Наплавочное оборудование | 67 |
| 2.1.2. Материалы и образцы | 67 |
| 2.2. Частные методики исследования..... | 70 |
| 2.2.1. Методика исследования состояния ремонтного фонда и трещинообразования в коленчатых валах | 70 |
| 2.2.2. Методика исследования распределения температур при нанесении наплавочных металлопокрытий | 71 |
| 2.2.3. Методика исследования внутренних напряжений методом фотоупругости | 75 |
| 2.2.4. Методика исследования структуры и микроструктуры..... | 79 |
| 2.2.5. Методика исследования микротвердости | 81 |
| 2.2.6. Методика рентгенографического анализа, исследования внутренних напряжений второго рода и определения периодов кристаллических решеток..... | 84 |

| | |
|--|------------|
| 2.2.7. Методика исследования основных характеристик процесса резания при обработке наплавленных слоев точением..... | 89 |
| <i>Выводы по главе.....</i> | 97 |
| 3. Изменение технического состояния коленчатого вала в процессе эксплуатации..... | 98 |
| 3.1. Изнашивание шеек коленчатого вала | 98 |
| 3.2. Изменение геометрической формы элементов вала | 108 |
| 3.3. Задиры шеек коленчатого вала | 111 |
| 3.4. Усталостные разрушения коленчатого вала..... | 134 |
| 3.4.1. Общая характеристика усталостных разрушений КВ..... | 134 |
| 3.4.2. Математическое моделирование развития усталостных разрушений коленчатого вала в процессе эксплуатации | 143 |
| <i>Выводы по главе.....</i> | 155 |
| 4. Совершенствование технологии восстановления и разработка структуры эксплуатационно ремонтного цикла коленчатого вала ... | 157 |
| 4.1. Обоснование способов восстановления коленчатого вала в зависимости от технического состояния | 157 |
| 4.2. Совершенствование структуры эксплуатационно-ремонтного цикла коленчатого вала..... | 159 |
| 4.3. Экономическая оценка рассмотренных результатов исследования | 165 |
| <i>Выводы по главе.....</i> | 167 |
| 5. Математическая модель напряженно-деформируемого состояния крупногабаритного коленчатого вала | 168 |
| 5.1. Разработка расчетного метода определения напряженно-деформированного состояния кривошипа с использованием стержневых систем | 168 |
| 5.2. Использование метода конечных элементов и прогнозирование мест разрушения в коленчатых валах | 174 |
| <i>Выводы по главе.....</i> | 182 |
| 6. Разработка и экспериментальное исследование технологических операций восстановления крупногабаритных коленчатых валов..... | 183 |
| 6.1. Исследование состояния ремонтного фонда и трещинообразования в коленчатых валах | 183 |
| 6.2. Исследование распределения температуры при нанесении наплавленного металлопокрытия | 190 |
| 6.3. Исследование внутренних напряжений в моделях кривошипов методом фотоупругости | 197 |
| 6.4. Исследование микротвердости металла | 198 |
| 6.5. Исследование макро- и микроструктуры..... | 210 |

| | |
|---|------------|
| 6.6. Рентгенографические исследования и определение периодов кристаллических решеток | 219 |
| 4.7. Исследование напряжений второго рода | 231 |
| 4.8. Исследование основных характеристик обработки наплавленных слоев лезвийным инструментом | 233 |
| <i>Выводы по главе</i> | 246 |
| 7. Разработка технологических решений | 248 |
| 7.1. Разработка плана операций технологического процесса | 248 |
| <i>Выводы по главе</i> | 249 |
| Заключение | 251 |
| Литература | 253 |
| Сведения об авторах | 260 |
| Приложение 1 | 261 |
| Приложение 2 | 273 |
| Приложение 3 | 277 |
| Приложение 4 | 281 |
| Приложение 5 | 288 |