

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

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

Монография

RU  
**SCI**ence  
RU-SCIENCE.COM

Москва  
2018

# Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Анализ состояния проблемы обеспечения ресурса коленчатых валов, цель и задачи работы .....</b>	<b>8</b>
1.1. История проблемы и обзор технологий .....	8
1.1.1. Первые технологии ремонта и восстановления крикошипов 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
<b>Выводы по главе .....</b>	<b>64</b>
<b>2. Общая структура технологического обеспечения и методика исследования .....</b>	<b>66</b>
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
<b>3. Изменение технического состояния коленчатого вала</b>	
<b>в процессе эксплуатации.....</b>	<b>98</b>
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
<b>4. Совершенствование технологии восстановления и разработка</b>	
<b>структурь эксплуатационно ремонтиного цикла коленчатого вала ...</b>	<b>157</b>
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
<b>5. Математическая модель напряженно-деформируемого</b>	
<b>состояния крупногабаритного коленчатого вала .....</b>	<b>168</b>
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
<b>6. Разработка и экспериментальное исследование технологических</b>	
<b>операций восстановления крупногабаритных коленчатых валов....</b>	<b>183</b>
6.1. Исследование состояния ремонтного фонда и трещинообразования в	
коленчатых валах .....	183
6.2. Исследование распределения температуры при нанесении	
наплавочного 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
<b>7. Разработка технологических решений.....</b>	<b>248</b>
7.1. Разработка плана операций технологического процесса .....	248
<i>Выводы по главе.....</i>	249
<b>Заключение.....</b>	<b>251</b>
<b>Литература .....</b>	<b>253</b>
<b>Сведения об авторах .....</b>	<b>260</b>
<b>Приложение 1 .....</b>	<b>261</b>
<b>Приложение 2 .....</b>	<b>273</b>
<b>Приложение 3 .....</b>	<b>277</b>
<b>Приложение 4 .....</b>	<b>281</b>
<b>Приложение 5 .....</b>	<b>288</b>