

С. П. Косырев  
Н. Л. Марьина

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ВИБРАЦИОННОЕ СТАРЕНИЕ  
КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ  
ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ



ТОНКИЕ  
НАУКОЕМКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

**С. П. КОСЫРЕВ  
Н. Л. МАРЬИНА**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ВИБРАЦИОННОЕ СТАРЕНИЕ  
КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ  
ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ**

Старый Оскол  
ТНТ  
2019

**УДК 621.81/.85**  
**ББК 34.422**  
**К 71**

**Рецензенты:**

доктор технических наук, профессор *А. П. Кобзев*  
доктор технических наук, профессор *А. В. Разуваев*

**К 71**      **Косырев С. П., Марьина Н. Л.**  
**Технологическое вибрационное старение коленчатых валов форсированных дизелей : монография / С. П. Косырев, Н. Л. Марьина. — Старый Оскол : ТНТ, 2019. — 144 с.**

**ISBN 978-5-94178-291-8**

В монографии приведена оценка основных опубликованных материалов по методам и средствам поверхностного пластического деформирования коленчатых валов форсированных дизелей. С использованием оригинальных методик, устройств получено экспериментальное подтверждение обоснованных закономерностей технологического вибрационного старения коленчатых валов форсированных дизелей.

Монография предназначена для студентов машиностроительных направлений всех форм обучения, может быть использована аспирантами, научными и инженерно-техническими работниками и в исследованиях, связанных с повышенной надёжностью высоконагруженных деталей.

**УДК 621.81/.85**  
**ББК 34.422**

**ISBN 978-5-94178-291-8**

© Косырев С. П., Марьина Н. Л., 2019  
© Оформление. ООО «ТНТ», 2019

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>                                                                                                                                           | <b>5</b>  |
| <b>1. МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ<br/>ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ<br/>КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ В УСЛОВИЯХ<br/>ВИБРАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ .....</b>        | <b>8</b>  |
| 1.1 Оценка основных опубликованных материалов<br>по методам и средствам поверхностного пластического<br>деформирования элементов коленчатых валов .....         | 8         |
| 1.2 Объекты исследований .....                                                                                                                                  | 11        |
| 1.3 Режимы исследований коленчатых валов<br>и образцов-свидетелей при ППД .....                                                                                 | 15        |
| 1.4 Пластическая деформация (накатывание)<br>поверхности галтелей коленчатых валов<br>форсированных дизелей .....                                               | 17        |
| 1.5 Технология химико-термической обработки<br>(азотирования) коленчатых валов<br>форсированных дизелей .....                                                   | 23        |
| <b>2. ДИНАМИЧЕСКОЕ УДАРНОЕ НАГРУЖЕНИЕ<br/>КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ<br/>КАК ФАКТОР ВИБРАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ<br/>В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....</b>    | <b>32</b> |
| 2.1 Математическая модель упругой системы коленчатого<br>вала под действием ударной возмущающей силы .....                                                      | 32        |
| 2.2 Механизм взаимодействия динамического ударного<br>нагружения КШМ и демпфирования деталей<br>цилиндро-поршневой группы дизеля .....                          | 35        |
| 2.3 Комплексный критерий для оценки динамической<br>напряжённости КШМ при инерционном нагружении<br>быстроходных дизелей .....                                  | 39        |
| 2.4 Концентрация начальных технологических остаточных<br>напряжений в галтелях коленчатых валов после ППД .....                                                 | 45        |
| 2.5 Динамическое ударное нагружение шатунного<br>подшипника скольжения форсированного дизеля<br>в условиях использования поверхностно-активных<br>веществ ..... | 52        |

|                                                                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОГО<br/>УДАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ КРИВОШИПНО-<br/>ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА В УСЛОВИЯХ<br/>ВИБРАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ .....</b> | <b>58</b>  |
| 3.1 Оценка динамического ударного нагружения коленчатого<br>вала на работающем дизеле от сил давления газов .....                                        | 58         |
| 3.2 Экспериментальная оценка динамики нагружения КШМ<br>при инерционном нагружении форсированных дизелей .....                                           | 64         |
| 3.3 Эффект П. А. Ребиндера в подшипниках скольжения<br>комбинированных форсированных дизелей .....                                                       | 67         |
| <b>4. ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ<br/>НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ КОЛЕНЧАТЫХ<br/>ВАЛОВ ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ .....</b>                                   | <b>73</b>  |
| 4.1 Общий анализ типа машин для испытаний деталей<br>на усталостную прочность .....                                                                      | 73         |
| 4.2 Машины для усталостных исследований<br>образцов-свидетелей и коленчатых валов .....                                                                  | 75         |
| 4.3 Испытание коленчатых валов и образцов-свидетелей<br>на усталостную прочность .....                                                                   | 80         |
| 4.4 Анализ результатов испытаний коленчатых валов<br>и образцов-свидетелей на усталостную прочность .....                                                | 82         |
| 4.5 Методика оценки усталостной прочности валов<br>при совместном действии изгиба и кручения .....                                                       | 87         |
| 4.6 Методика оценки усталостной прочности коленчатых<br>валов при совместном действии изгиба и кручения .....                                            | 90         |
| 4.7 Полный многофакторный план при поверхностном<br>пластическом деформировании коленчатых валов<br>форсированных дизелей .....                          | 97         |
| 4.8 Влияние вибрационного старения на усталостную<br>прочность коленчатых валов форсированных дизелей .....                                              | 104        |
| <b>5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВИБРАЦИОННОГО<br/>СТАРЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ФОРСИРОВАННЫХ<br/>ДИЗЕЛЕЙ .....</b>                                           | <b>120</b> |
| <b>ВЫВОДЫ .....</b>                                                                                                                                      | <b>127</b> |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>                                                                                                                                  | <b>129</b> |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>                                                                                                                           | <b>132</b> |