



Хрулев А.Э.
Сараев А.В.

Локальный абразивный износ в автомобильных двигателях внутреннего сгорания

 **LAMBERT**
Academic Publishing

**Хрулев А.Э.
Сараев А.В.**

**Локальный абразивный износ в
автомобильных двигателях
внутреннего сгорания**

LAP LAMBERT Academic Publishing RU

A.E. Khrulev, O.V. Saraiev

**Local Abrasive Wear
in Automobile Internal
Combustion Engines**

2021

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks or their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is trademark of

Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum S.R.L
Publishing group

str. A.Russo 15, of. 61, Chisinau-2068, Republic of Moldova Europe

Printed at: see last page

ISBN: 978-620-4-72743-1

Copyright © Хрулев А.Э., Сараев А.В.

Copyright © Dodo Books Indian Ocean Ltd., member of the OmniScriptum
S.R.L Publishing group

Хрулев А.Э., Сараев А.В. Локальный абразивный износ в автомобильных двигателях внутреннего сгорания. Монография. 2021. – 70 с.

В книге рассмотрен ранее не отмеченный механизм локального абразивного износа в двигателях внутреннего сгорания, вызываемый перераспределением частиц пыли во впускных трубопроводах под действием центрифугирования при повороте воздушного потока в боковые отводы. Описаны особенности процесса задержания частиц в современных воздушных фильтрах, показано, что фильтры не обеспечивают полную очистку воздуха, и небольшое количество абразивных частиц неизбежно попадает в двигатель. Приведена "радиусная" модель расчета траектории движения единичной частицы с отклонением от линий тока воздуха, движущегося по радиусу. Полученные результаты моделирования показали существенное влияние размера частицы, скорости воздуха и угла отвода на перераспределение частиц по каналам, в том числе, реального впускного коллектора ДВС. Выполнено моделирование 2-фазного течения воздуха с частицами методом конечных объемов, в целом подтвердившее данные, полученные с помощью радиусной модели. По результатам экспертных исследований причин неисправностей автомобильных двигателей подтвержден локальный абразивный износ в отдельных цилиндрах. Данное явление характеризует механизм абразивного износа, вызванный исключительно локальным усилением абразивного действия частиц, что может привести к катастрофическому износу в двигателе при вполне нормальной фильтрации воздуха и износостойкости трущихся деталей. Отмечено, что обнаруженные закономерности локального абразивного износа должны учитываться не только при экспертных исследованиях причин неисправностей, но также при конструировании, производстве и эксплуатации автомобильных двигателей.

Khrulev A.E., Saraiev O.V. Local abrasive wear in automobile internal combustion engines. Monograph. 2021. – 70 p.

The book discusses a previously unremarked mechanism of local abrasive wear in internal combustion engines caused by the redistribution of dust particles in the intake pipes under the action of centrifugation when the air flow is turned into the side outlets. The features of the process of retaining particles in modern air filters are described, it is shown that filters do not provide complete air purification, and a small amount of abrasive particles inevitably enters the engine. A "radius" model for calculating the trajectory of a single particle with a deviation from the streamlines of air moving along the radius is presented. The obtained simulation results showed a significant effect of the particle size, air velocity and outlet angle on the redistribution of particles along the channels, including the real intake manifold of the internal combustion engine. A simulation of a 2-phase flow of air with particles by the finite volume method was carried out, which generally confirmed the data obtained using the radius model. Based on the results of expert studies of the failure causes in automobile engines, local abrasive wear in individual cylinders has been confirmed. This phenomenon characterizes the mechanism of abrasive wear caused by an exclusively local increase in the abrasive action of particles, which can lead to catastrophic wear in the engine with quite normal air filtration and wear resistance of rubbing parts. It is noted that the discovered patterns of local abrasive wear should be taken into account not only in expert studies of the failure causes, but also in the design, production and operation of automobile engines.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 5 |
| Некоторые особенности фильтрации воздуха автомобильных двигателей | 6 |
| Особенности конструкции, которые могут повлиять на абразивный износ | 13 |
| Особенности распределения пыли в разветвляющихся впускных каналах | 14 |
| "Радиусная" модель расчета распределения пыли в разветвляющихся впускных каналах | 15 |
| Методика учета влияния отклонения частицы от линии тока на распределение частиц по разветвляющимся каналам | 20 |
| Результаты расчета перераспределения частиц в разветвляющихся впускных каналах по "радиусной" модели | 20 |
| Моделирование двухфазных течений воздуха с частицами пыли во впускной системе двигателей численным методом | 27 |
| Модель двухфазного течения воздуха с пылью в канале с боковым отводом 90 градусов | 27 |
| Моделирование двухфазного течения воздуха с частицами пыли при различных углах поворота потока | 39 |
| Экспертные исследования источников локального абразивного износа в цилиндрах двигателя | 49 |
| Пути устранения локального абразивного износа в двигателях | 56 |
| Эксплуатационные способы борьбы с локальным абразивным износом | 57 |
| Конструктивные способы предотвращения локального абразивного износа ... | 59 |
| Заключение | 66 |
| Список использованных источников | 67 |

Рассмотрен механизм локального абразивного износа в двигателях внутреннего сгорания, вызываемый перераспределением частиц пыли при повороте воздушного потока в боковые отводы впускной системы. Приведена "радиусная" модель расчета траектории движения единичной частицы с отклонением от линий тока воздуха, движущегося по радиусу. Полученные результаты показали существенное влияние размера частицы, скорости воздуха и угла отвода на перераспределение частиц по каналам. Выполнено 3-D моделирование 2-фазного течения воздуха с частицами, подтвердившее данные, полученные с помощью радиусной модели. По результатам экспертных исследований причин неисправностей двигателей подтвержден локальный абразивный износ в отдельных цилиндрах. Данное явление характеризует механизм абразивного износа, вызванный локальным усилением абразивного действия частиц, что может привести к катастрофическому износу при нормальной фильтрации воздуха и износостойкости трущихся деталей. Отмечено, что обнаруженные закономерности локального абразивного износа должны учитываться как при экспертных исследованиях причин неисправностей, так и при конструировании, производстве и эксплуатации автомобильных двигателей.

Хрулев Александр Эдуардович, к.т.н., с.н.с., судебный эксперт, докторант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина.

Сараев Алексей Викторович, доктор технических наук, профессор, автотехнический эксперт, декан Автомобильного факультета, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина.

