

УДК 620.178.162

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АКТИВНЫХ
АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН
ЗАДАННОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИНЫ ЗУБА И МЕХАНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ШЕСТЕРЕН

DETERMINATION OF THE ADMISSIBLE CONCENTRATION
OF ACTIVE ABRASIVE PARTICLES IN THE OIL OF MACHINERY
UNITS OF A SPECIFIED SEATED WEAR RESISTANCE
DEPENDING ON THE TOOTH LENGTH AND THE MECHANICAL
PROPERTIES OF THE MATERIAL GEAR

Б.А. Иргашев, асс., соискатель,
Ташкентский государственный технический университет,
г.Ташкент, Узбекистан
B. Irgashev, Assistant, Researcher,
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

Аннотация. Результаты на основе проведенных исследований расчетная допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегатов машин уменьшается: с повышением прочности абразивных частиц на сжатие, их размера, частоты вращения шестерни и модуля зацепления; при этом наиболее существенное влияние оказывают передаточное отношение, твердость материалов шестерен, прочность абразивных частиц и числа зубьев шестерен.

Abstract. Results based on the study, the calculated allowable concentration of active abrasive particles in the oil of machine aggregates decreases: with increasing compressive strength of abrasive particles, their size, gear speed and gear module; the gear ratio, the hardness of the gear materials, the strength of the abrasive particles and the number of gear teeth have the most significant effect.

*Ключевые слова: масла, длина зуба, шестерен, износостойкость.
Keywords: oils, tooth length, gears, wear resistance.*

ВВЕДЕНИЕ

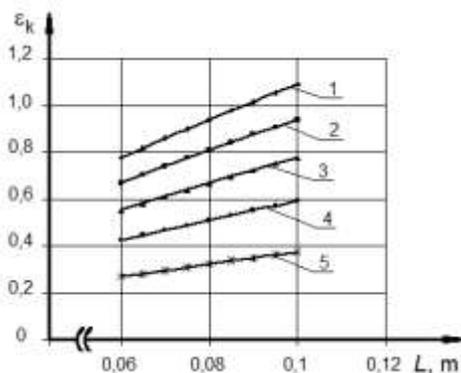
В агрегатах машин с закрытыми зубчатыми передачами предельно – допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата при заданной скорости износа зубьев по толщине и наличии проскальзывания между зубьями шестерен не зависимо от заданной скорости изнашивания имеет 2/3 степени зависимость от длины зубьев зацепляемых шестерен. В таблице 1 и на рисунке 1 приведены результаты расчета и графики изменения предельно – допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата [1, 2]. В расчетах принимались следующие величины длины зуба шестерен $L=0,06$ м; $0,065$ м; $0,07$ м; $0,075$ м; $0,08$ м; $0,085$ м; $0,09$ м; $0,095$ м; $0,1$ м. При этом составили: модуль зацепления $m=0,010$ м; передаточное отношение зубчатой передачи $i=2$ и твердости материала ведущей (ведомой) шестерен $H_{ш,к}=3000$ МПа. Скорость изнашивание зубьев шестерен определялись по толщине зубьев, величина которых, в расчетах допустимой концентрации принимались: $0,25\mu\text{m}$, $0,20\mu\text{m}$, $0,15\mu\text{m}$, $0,105\mu\text{m}$ и $0,05\mu\text{m}$. При этом ресурс шестерен по толщине износа зубьев 24000 часов, значения которых соответственно составили: $\gamma_{аш,к}=0,0000003272$ м/ч; $\gamma_{аш,к}=0,0000002618$ м/час; $\gamma_{аш,к}=0,0000001963$ м/ч; $\gamma_{аш,к}=0,0000001309$ м/ч; $\gamma_{аш,к}=0,00000006545$ м/ч.

Таблица 1 – Изменение допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата в зависимости от длины зуба шестерни

| Длина зуба шестерни, м | Скорость изнашивания, м/ч | | | | |
|------------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | $3,272 \cdot 10^{-8}$ | $2,618 \cdot 10^{-8}$ | $1,963 \cdot 10^{-8}$ | $1,309 \cdot 10^{-8}$ | $0,655 \cdot 10^{-8}$ |
| | Допустимая концентрация активных абразивных частиц, % | | | | |
| 0,060 | 0,774 | 0,667 | 0,55 | 0,42 | 0,265 |
| 0,065 | 0,816 | 0,703 | 0,581 | 0,443 | 0,279 |
| 0,070 | 0,858 | 0,739 | 0,61 | 0,466 | 0,293 |
| 0,075 | 0,898 | 0,774 | 0,639 | 0,488 | 0,307 |
| 0,080 | 0,937 | 0,808 | 0,667 | 0,509 | 0,321 |
| 0,085 | 0,976 | 0,841 | 0,694 | 0,53 | 0,334 |
| 0,090 | 1,014 | 0,874 | 0,721 | 0,551 | 0,347 |
| 0,095 | 1,051 | 0,906 | 0,748 | 0,571 | 0,36 |
| 0,100 | 1,088 | 0,938 | 0,774 | 0,591 | 0,372 |

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»

Расчетная величина допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата по заданным значениям скорости изнашивания определялись выражением 1.2. По таблице 1 и графических зависимостей на рисунке 1 можно сделать вывод о том, что допустимая концентрация активных абразивных частиц с увеличением длины зуба от 0,060 м до 0,100 м повышается в 1,406 раза не зависимо от принятой значения скорости изнашивания зубьев шестерен. Это связано с тем, что при одинаковом модуле зацепления, передаточного отношения и число зубьев шестерен, увеличение длины зубьев от 0,060 м до 0,100 м приводит к повышению рабочей площади зубьев шестерен в 1,67 раза, в результате чего количество абразивных частиц имеющих средний размер равный d_{cp} увеличивается в $\sqrt[3]{1,67^2} = 1,406$ раз.



1 – $\gamma_{аш.к} = 0,0000003272$ м/ч; 2 – $\gamma_{аш.к} = 0,0000002618$ м/ч; 3 – $\gamma_{аш.к} = 0,0000001963$ м/ч;
4 – $\gamma_{аш.к} = 0,0000001309$ м/ч; 5 – $\gamma_{аш.к} = 0,00000006545$ м/ч.

Рисунок 1 – Изменения допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегатов машин заданной износостойкостью зубьев шестерен в зависимости от длины зуба

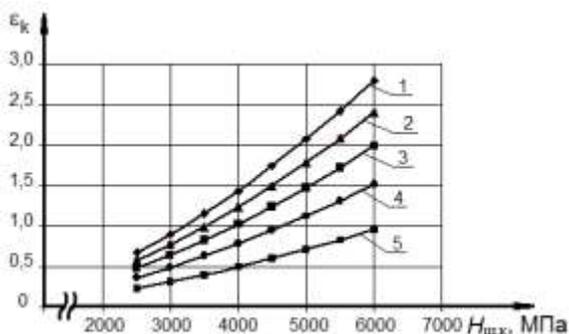
С повышением твердости материала зуба при постоянном значении износостойкости предельно – допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата растет. По данным таблицы 2 и рисунка 2 повышение твердости зуба с 2500 до 6000 МПа предельная концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»*

обеспечивающей заданную скорость изнашивания зубьев увеличивается в 4,17 раза независимо от величины износа зубьев по толщине. Объясняющая тем, что в выражении 1.2 предельная концентрация активных абразивных частиц зависит от $4/3$ степени твердости зуба.

Таблица 2 – Изменение допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата в зависимости от твердости материала шестерен

| Твердость материала шестерен, МПа | Скорость изнашивания, м/ч | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | $3,272 \cdot 10^{-8}$ | $2,618 \cdot 10^{-8}$ | $1,963 \cdot 10^{-8}$ | $1,309 \cdot 10^{-8}$ | $0,655 \cdot 10^{-8}$ |
| | Допустимая концентрация активных абразивных частиц, % | | | | |
| 2500 | 0,669 | 0,576 | 0,476 | 0,363 | 0,229 |
| 3000 | 0,898 | 0,774 | 0,639 | 0,488 | 0,307 |
| 3500 | 1,154 | 0,994 | 0,821 | 0,626 | 0,395 |
| 4000 | 1,435 | 1,237 | 1,021 | 0,779 | 0,491 |
| 4500 | 1,740 | 1,500 | 1,238 | 0,945 | 0,595 |
| 5000 | 2,069 | 1,783 | 1,472 | 1,123 | 0,708 |
| 5500 | 2,419 | 2,085 | 1,721 | 1,314 | 0,828 |
| 6000 | 2,793 | 2,407 | 1,986 | 1,516 | 0,955 |



1 – $\gamma_{\text{ш.к}} = 0,0000003272$ м/ч; 2 – $\gamma_{\text{ш.к}} = 0,0000002618$ м/ч; 3 – $\gamma_{\text{ш.к}} = 0,0000001963$ м/ч;
4 – $\gamma_{\text{ш.к}} = 0,0000001309$ м/ч; 5 – $\gamma_{\text{ш.к}} = 0,00000006545$ м/ч

Рисунок 2 – Изменение допустимой концентрации *активных* абразивных частиц в масле агрегатов машин с заданной износостойкостью зубьев шестерен в зависимости от твердости материала зубчатых колес

Расчет допустимой концентрации активных абразивных частиц представленный в таблице 2 и рисунке 2 производился с помощью

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»*

полученных аналитических выражений при активном участии абразивных частиц в масле агрегата и твердостях зуба шестерен $H_{ш,к}=2500$ МПа; 3000 МПа; 3500 МПа; 4000 МПа; 4500 МПа; 5000 МПа; 5500 МПа; 6000 МПа, модуль зацепления $m=0,010$ м, длина зубьев $L=0,075$ м и передаточное отношение $i=2$, все остальные показатели остались без изменения, как в предыдущих расчетах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- расчетная допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегатов машин уменьшается: с повышением прочности абразивных частиц на сжатие, их размера, частоты вращения шестерни и модуля зацепления; при этом наиболее существенное влияние оказывают передаточное отношение, твердость материалов шестерен, прочность абразивных частиц и числа зубьев шестерен.

- увеличение модуля зацепления с 0,002 до 0,006 мм допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата снижается в среднем 2,08 раза независимо от скорости изнашивания зубьев шестерен. Снижение допустимой концентрации активных абразивных частиц, начиная с модуля зацепления 0,006 м до 0,016 м, и в том же значениях других исходных данных составляет 1,92 раза.

- повышение твердости зуба с 2500 до 6000 МПа допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата обеспечивающей заданную скорость изнашивания зубьев увеличивается в 4,17 раза независимо от величины износа зубьев по толщине. Объясняющая тем, что предельная концентрация активных абразивных частиц зависит от $4/3$ степени твердости зуба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иргашев А., Шукуров А. Н. Распределение продуктов износа между деталями агрегата: Материалы Международной конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные материалы. Ташкент, 2013, 19–21 сентября. с. 388–390.

2. Иргашев А., Мирзаев Н.Н. Оценка активности абразивных частиц при испытании материалов зубчатых колес на износостойкость. Композиционные материалы, 2014. №3.

Представлено 17.05.2019

УДК 656 + 004.9

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
FEATURES OF INVESTIGATION OF THE PROCESSES
OF OPERATION OF VEHICLES USING SIMULATION
IN THE CONDITIONS OF USE OF MOBILE TECHNOLOGIES

Н.В. Володарец, канд. техн. наук,
Украинский государственный университет железнодорожного
транспорта, г. Харьков, Украина,
M. Volodarets, Ph.D. in Engineering,
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

Аннотация. Разработан алгоритм исследования процессов эксплуатации транспортных средств с применением имитационного моделирования в условия использования мобильных технологий.

Abstract. An algorithm has been developed for the investigation of vehicle operation processes using simulation modeling for the conditions of using mobile technologies.

Ключевые слова: транспортное средство, мобильные технологии, имитационное моделирование, условия эксплуатации, алгоритм.

Key words: vehicle, mobile technologies, simulation modeling, operating conditions, algorithm.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня мобильные технологии существенно изменяют окружающий мир. Ярким примером является концепция Connected Car (CC)