

7universum.com  
**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Научный журнал  
Издается ежемесячно с декабря 2013 года  
Является печатной версией сетевого журнала  
Universum: технические науки

Выпуск: 11(80)

Ноябрь 2020

Часть 1

Москва  
2020

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

**Главный редактор:**

*Ахметов Сайранбек Махсутович*, д-р техн. наук;

**Заместитель главного редактора:**

*Ахмеднабиев Расул Магомедович*, канд. техн. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Горбачевский Евгений Викторович*, канд. техн. наук;

*Демин Анатолий Владимирович*, д-р техн. наук;

*Елисеев Дмитрий Викторович*, канд. техн. наук;

*Звезда Марина Юрьевна*, д-р физ.-мат. наук;

*Ким Алексей Юрьевич*, д-р техн. наук;

*Козьминых Владислав Олегович*, д-р хим. наук;

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

*Манасян Сергей Керопович*, д-р техн. наук;

*Мартышкин Алексей Иванович*, канд. техн. наук;

*Мерганов Аваз Мирсултанович*, канд. техн. наук;

*Серегин Андрей Алексеевич*, канд. техн. наук;

*Юденков Алексей Витальевич*, д-р физ.-мат. наук;

*Tengiz Magradze*, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

**U55 Universum: технические науки:** научный журнал. – № 11(80). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 96 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1180>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

## Содержание

<b>Авиационная и ракетно-космическая техника</b>	<b>5</b>
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЛИ НА ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА Мирмахмудов Эркин Рахимжанович	5
ОСОБЫЕ СЛУЧАИ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ОРБИТ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ Мирмахмудов Эркин Рахимжанович	9
<b>Безопасность деятельности человека</b>	<b>13</b>
КЛАССИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ Каримкулов Курбонкул Мавланкулович Узоков Икромжон Эсанбоевич Абдурахманова Азода Джураевна	13
<b>Инженерная геометрия и компьютерная графика</b>	<b>21</b>
ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИИ Ёкубов Ёкубжон Одил угли Эргашев Достон Пратович	21
<b>Информатика, вычислительная техника и управление</b>	<b>25</b>
О СУЩЕСТВОВАНИИ НАИЛУЧШИХ КУБАТУРНЫХ ФОРМУЛ ОБЩЕГО ВИДА НАД ПРОСТРАНСТВОМ С.Л. СОБОЛЕВА $W_2^{(m)}(T_n)$ Жалолов Озод Исомидинович	25
МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩИХ ВЫБРОСОВ ГАЗООБРАЗНЫХ И ЖИДКИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГЕОГРАФИИ Мамедова Шекер Идаят Набиев Алпаша Алибек	28
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ MOBILE BASIC Насиров Мурад Закирович Юлдашева Назокат Мурад кизи Матбабаева Саида Дилмурад кизи	32
ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ Сабиров Улугбек Кучкарович	36
ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗЕМЛИ EGM2008 ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ ВЫСОТ НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА Фазилова Дилбархон Шамурадовна Арабов Обиджон Зарип угли	39
ФУНКЦИИ И ЭЛЕМЕНТЫ OpenGL, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОРМ В C# Хаятов Хуршиджон Усманович Атаева Гульсина Исроиловна Хайдаров Орифжон Рустамович	43
<b>Машиностроение и машиноведение</b>	<b>46</b>
АНАЛИЗ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ Абдурахманов Азамат Эркинович Мирзаев Нажмиддин Норматович	46
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ НА ПРЕЦИЗИОННЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ Акбаров Хатам Улмасалиевич	49
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ НА ПРОЦЕССЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙ Махмудов Содикжон Ахмаджонович Эшонхужаев Дилмурод Одилевич	52

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА СОДЕРЖАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	56
Орипов Гуломиддин Хожиматов Азизбек Асомиддинович	
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССА	59
Тожиев Расулжон Жумабаевич Миршарипов Рахматилло Хабибуллаевич Ахунбаев Адил Алимович Абдусаломова Нодира Абдумалик кизи	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН	66
Иргашев Амиркул Хамроев Рамзжон Комилжон угли	
<b>Металлургия и материаловедение</b>	<b>69</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕСТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	69
Алматаев Тожибой Орзикулович Алматаев Нозимбек Тожибой угли Шарипов Конгратбай Аvezимбетович	
ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА (ТЦО) НЕТЕПЛОСТОЙКИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ	73
Норхуджаев Файзулла Рамазанович Эргашев Дилшодбек Мамасидикович	
ПЕРЕРАБОТКА КЛИНКЕРА – ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА ЦИНКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	78
Тошкодирова Рано Эркинжоновна Абдурахмонов Сойиб	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ ОТХОДОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА	82
Туробов Шахриддин Насритдинович Хасанов Абдурашид Солиевич Шодиев Аббос Неъмат угли	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МОЛИБДЕНА И РЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ	86
Шодиев Аббос Неъмат угли Хамидов Сухроб Ботирович Туробов Шахриддин Насритдинович	
<b>Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы</b>	<b>91</b>
АНАЛИЗ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ЛИНЕЙНОЙ СТРУКТУРОЙ	91
Темербекова Барнохон Маратовна	

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН

**Иргашев Амиркул**

*д-р техн. наук, профессор,  
Ташкентский государственный технический университет,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**Хамроев Рамзжон Комилжон угли**

*ассистент,  
Ташкентский государственный технический университет  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [ramz192@mail.ru](mailto:ramz192@mail.ru)*

## EXPERIMENTAL ESTIMATION OF CONCENTRATION OF WEAR PRODUCTS IN OIL OF MACHINE UNITS

**Amirqul Irgashev**

*Doctor of technical Sciences, Professor  
Tashkent state technical university  
Uzbekistan, Tashkent*

**Ramzjon Hamroev**

*Assistant, Tashkent state technical university  
Uzbekistan, Tashkent city*

### АННОТАЦИЯ

В народном хозяйстве республики используются различные машины и механизмы, подавляющее большинство которых, составляет автомобильный транспорт, эксплуатируемых в различных отраслях Республики. Из-за того, что они работают в тяжелых эксплуатационных условиях, связанных с бездорожьем и в высокой запыленности окружающей среды, при этом происходит интенсивное загрязнение смазочных материалов агрегатов трансмиссии. В процессе эксплуатации транспортных средств количество отказов, происходящих в силовые агрегаты, составляет 43,3% от общего количества отказов, затраты средства на их устранения составляют 54,3% от общих затрат на ремонт машин.

### ABSTRACT

In the national economy of the Republic, various machines and mechanisms are used, the vast majority of which are automobile transport, operated in various sectors of the Republic. Due to the fact that they work in severe operating conditions associated with off-road and high dusty environment, there is an intense contamination of lubricants of transmission units. During the operation of vehicles, the number of failures occurring in power units is 43.3% of the total number of failures, the cost of funds for their elimination is 54.3% of the total cost of repairing cars.

**Ключевые слова:** масла, трения, нагрузки, абразивных, зубчатой передачи, герметичность агрегата, солидоле.

**Keywords:** oil, friction, load, abrasive, gear drive, tightness of the unit, solid.

Рассмотрим влияние некоторых факторов на накопление продуктов износа в масле РК автомобиля ЗИЛ -131, состоящего из шести подшипников качения трех цилиндрических прямозубых зубчатых колес с межосевым расстоянием первой ступени  $A_1 = 0,450\text{м}$ , второй ступени  $A_2 = 0,555\text{м}$  [1, 2].

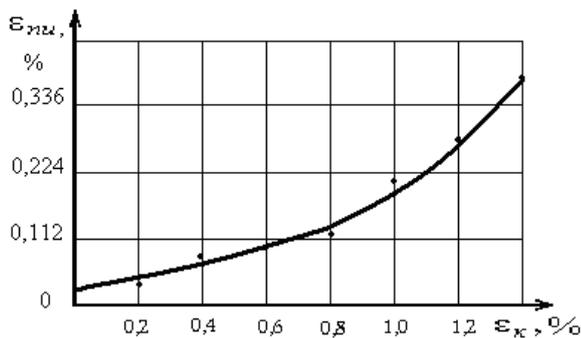
Исходные данные для построения зависимостей, представленных на рис. 2.1-2.5, следующие:  $\sigma_{т1,3} = 1000\text{ МПа}$ ;  $\sigma_{т2,4} = 800\text{ МПа}$ ;  $\psi_{1,3} = 10\%$ ;  $\psi_{2,4} = 7\%$ ;  $i_{1,2} = 2$ ;  $L = 0,055\text{ м}$ ;  $\alpha = 20^\circ$ ;  $H_{1,3} = 4000\text{ МПа}$ ;  $H_{2,4} = 3000\text{ МПа}$ ;  $G_m = 11,6\text{ кг}$ ;  $s_{cm} = 0,75 \cdot 10^{-7}\text{ м}$ ;  $\Gamma_b =$

$0,8 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2$ ;  $\Gamma_n = 0,3 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2$ ;  $\Gamma_w = 0,64 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2$ ;  $\gamma_{пш} = 7800\text{ кг/м}^3$ ;  $\theta = 0,423 \cdot 10^{-5}\text{ 1/МПа}$ ;  $\gamma_m = 910\text{ кг/м}^3$ ;  $\gamma_a = 1900\text{ кг/м}^3$ ;  $c = 3$ ;  $E = 215000\text{ МПа}$ ; число зубьев шестерен определялось по заданным значениям модуля зацепления в соответствии с межосевым расстоянием и передаточным отношением.

**Результаты исследований.** Зависимости, представленные на рис. 1, показывают, что увеличение концентрации абразивных частиц (она изменялась в пределах от 0,2 до 1,4% с интервалом 0,2 %) приводит к росту концентрации продуктов износа в масле.

Это объясняется повышением количества абразивных частиц, находящихся на площади контакта поверхностей трения и определяется по росту концентрации абразивных частиц в масле.

Увеличение модуля зацепления при постоянных значениях остальных показателей приводит к росту концентрации продуктов износа в масле агрегата (рис. 1), что связано с повышением площади контакта зубьев, увеличением объема масла, прилипшего на поверхность трения и, в соответствии с этим, с возрастанием количества абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания зубьев шестерен.

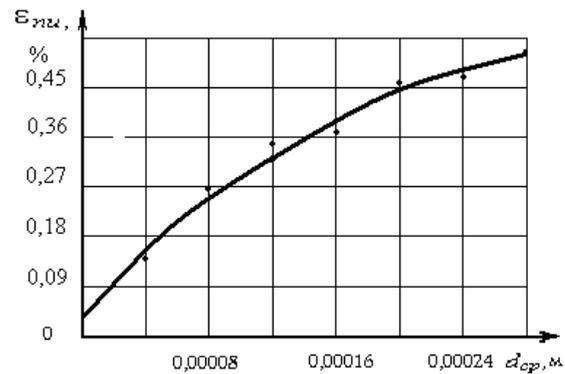


**Рисунок 1. Зависимость концентрации продуктов износа зубьев шестерен в масле агрегата от концентрации абразивных частиц при  $P = 0,5$  МН,  $d_{cp} = 0,000012$  м,  $t = 1000$  час,  $n_1 = 1,5$  об/с.  $2 - m = 0,010$  м**

С повышением размера фракционного состава абразивных частиц и при постоянном значении всех остальных показателей концентрация продуктов износа в масле агрегата растет по линейной закономерности, так как возрастание размера фракционного состава абразивных частиц приводит к росту глубины их внедрения на поверхность трения, в связи с чем увеличивается объем деформированных поверхностей.

Закономерности, представленные на рис. 2, получены при изменении размера фракционного состава абразивных частиц в пределах от 0,000004 до 0,000028 м с интервалом 0,000004 м.

В процессе изнашивания материала шестерен при пассивном участии абразивных частиц нагрузка, передаваемая зубчатой передачей, оказывает существенное влияние на концентрацию продуктов износа в масле агрегата, так как увеличение нагрузки приводит к повышению глубины внедрения выступов шероховатостей на поверхность контакта, в результате чего скорость изнашивания зубьев шестерен растет. Если запыленность окружающей среды и герметичность агрегата постоянны, то количество абразивных частиц, поступающих в масло за один цикл нагружения зубчатой передачи в зависимости от продолжительности работы агрегата, остается постоянной.



**Рисунок 2. Зависимость концентрации продуктов износа в масле агрегата от размера абразивных частиц при:  $\epsilon_k = 1,3$  %,  $P = 0,5$  МН,  $n_1 = 1,5$  об/с,  $t = 1000$  час,  $m = 0,010$  м**

Результаты проведенных исследований показывают, что размер и концентрация абразивных частиц, проникающих в клиновидный зазор и участвующих в процессе изнашивания, существенное влияние оказывают на концентрацию продуктов износа в масле агрегата [3].

Здесь экспериментальные исследования проводились в солидоле С. Концентрация абразивных частиц в смазке составила 2,7% по массе. При испытании частота вращения внутреннего кольца подшипника составила 1000 об/мин и нормальная нагрузка 2000 Н. В процессе испытания размеры абразивных частиц изменялись в пределах от 4 до 40 мкм с интервалом 5 мкм. Результаты испытания свидетельствуют о том, что до среднего размера абразивных частиц 22-26 мкм рост концентрации продуктов износа происходит более интенсивно от размера абразивных частиц. Это обстоятельство объясняется следующим образом.

При трении качения нагрузка, приходящаяся на абразивную частицу, находящуюся в клиновидном зазоре, зависит от нормальной нагрузки, приложенной к элементам подшипника, с повышением которой глубина внедрения абразивных частиц к поверхностям трения увеличивается. При этом, согласно молекулярно-механической теории трения и изнашивания [4], износ поверхностей трения также возрастает.

Однако такая закономерность изнашивания происходит на некоторой границе нагрузки, так как её дальнейшее повышение приводит к интенсивному дроблению абразивных частиц, находящихся в клиновидном зазоре [5, 6]. При этом процесс дробления продолжается до сравнения размера измельченных частиц с толщиной масляной пленки, находящейся между поверхностями трения, т.е. до размера 4 мкм, так как толщина масляной пленки в зависимости от вязкости смазочного материала составляет 2-4 мкм [6]. Абразивные частицы, измельченные до такого размера, не имеют силового взаимодействия с поверхностями трения и с ними в дальнейшем не происходит процесса изнашивания.

Обобщенный подход позволяет выделить три основных стадии развития фреттинг-коррозии стали

в условиях трения. На первой стадии фреттинг-коррозии наблюдаются упрочнение поверхностей контакта и циклическая текучесть поверхностных слоев; большая часть выступов фактического контакта взаимодействует один с другим пластически. Этому способствует схватывание ювенильного металла в соприкасающихся неровностях после разрушения естественных оксидных пленок.

На второй стадии фреттинг-коррозии в подповерхностных слоях продолжают накапливаться усталостные повреждения. Одновременно в зоне трения вследствие адсорбции на окислах кислорода и влаги формируется коррозионно-активная среда. Скорость износа на этой стадии невелика, и она связана в основном с разрушением образующихся на поверхностях трения оксидных пленок, причем количество продуктов износа в зоне трения оксидных пленок дости-

гает равновесного значения вследствие того, что выход частиц из зоны контакта уравнивается их возникновением.

#### **Выводы**

Толщина масляной пленки характеризует вид смазки трущихся поверхностей. Рост вязкости масла приводит к увеличению толщины масляной пленки, препятствующих к возникновению металлических контактов, предотвращающих возникновению отказов в результате схватывания поверхностей трения. Толщина масляной пленки зависит также от коэффициента трения между поверхностями контакта.

Схватывания поверхностей трения зависит предел текучести материала на участках фактического контакта и скорости относительного скольжения с увеличением величины которых вероятность возникновения отказов увеличивается из-за уменьшения толщины масляной пленки между поверхностями трения.

#### **Список литературы:**

1. Иванов М.Н. Детали машин. -М.: Высшая школа. 1976. - 399 с.
2. Иргашев А. Оценка абразивного износа элементов подшипников качения // Вестник ТашГТУ.-Т., 1998. № 1-2. С. 108-110.
3. Бейзельман, Цыпкин Б.В. Подшипники качения. Справочник. Изд.-2. - М.: Машгиз. 1951.
4. Крагельский И.В. и др. Основы расчетов на трение, износ. - М.: Машиностроение. 1977. - 526 с.
5. Ishmuratov H.K., Irgashev A. Research Wear Resistance Teeth of Gears at Rolling. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 3, 2019, pp 8422-8425.
6. Mirzayev Q.Q., Irgashev A., Irgashev B.A. Increased wear resistance of gears. Monograph - Т: TSTU, 2015- p. 175.