

ISSN (Print) 2616-6844
ISSN (Online) 2663-1318

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

BULLETIN

of L.N. Gumilyov
Eurasian National University

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

THE TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№ 2(131)/2020

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

Бас редакторы **Мерзадинова Г.Т.**
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Бас редактордың орынбасары **Жусупбеков А.Ж.**
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Бас редактордың орынбасары **Тогизбаева Б.Б.**
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Бас редактордың орынбасары **Сарсембаев Б.К.**
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
Акитоши Мочизуки	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
Базарбаев Д.О.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Байдабеков А.К.	т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
Жардемов Б.Б.	т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Жумагулов М.Г.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Йошинори Ивасаки	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
Калякин В.Н.	проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ
Тулбекова А.С.	проф., Токио Университеті, Токия, Жапония
Тадатсугу Танака	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Хое Линг	проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
Утепов Е.Б.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Чекаева Р.У.	а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Юн Чул Шин	проф., Инчон ұлттық университеті, Инчон, Оңтүстік Корея

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

Меншіктенуші: ҚР БЖҒМ «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» ШЖҚ РМК

Мерзімділігі: жылына 4 рет

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018 ж.

№16991 -ж тіркеу куәлігімен тіркелген

Басуға 07.06.2020 ж. қол қойылды.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

*Editor-in-Chief **Gulnara Merzadinova***
Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
*Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov***
Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
*Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togzibayeva***
Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
*Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev***
Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial board

Akira Hasegawa	Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan
Akitoshi Mochizuki	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
Daniyar Bazarbayev	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Auez Baydabekov	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Rahima Chekaeva	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Der Wen Chang	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
Eun Chul Shin	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea
Hoe Ling	Prof., Columbia University, New York, USA
Viktor Kaliakin	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
Zhanbolat Shakhmov	Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Tadatsugu Tanaka	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
Assel Tulebekova	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Yelbek Utepov	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Yoshinori Iwasaki	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
Bolat Zardemov	Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, NurSultan, Kazakhstan
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 402, L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, Kazakhstan, 010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct «L.N. Gumilyov Eurasian National University» Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Signed in print 07.06.2020.

Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

Главный редактор **Мерзудинова Г.Т.**
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Зам. главного редактора **Жусупбеков А.Ж.**
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Зам. главного редактора **Тогизбаева Б.Б.**
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Зам. главного редактора **Сарсембаев Б.К.**
к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
Акитоши Мо- чизуки	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
Базарбаев Д.О.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Байдабеков А.К.	д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
Жардемев Б.Б.	д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Жумагулов М.Г.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Йошинори Ивасаки	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
Калякин В.Н.	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
Тадатсугу Танака	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
Тулбекова А.С.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Хое Линг	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
Утепов Е.Б.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Чекаева Р.У.	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Юн Чул Шин	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Собственник: РГП на ПХВ «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева» МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г. Подписано в печать 07.06.2020 г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абдрасилова Г.С., Туякаева А.К., Козбагарова Н.Ж.</i> Изучение агропромышленной архитектуры с элементами энерго эффективных технологий: опыт факультета архитектуры КазГАСА	8
<i>Байхожаева Б.У., Жайманова Ы.Т.</i> Разработка рекомендаций к построению риск – ориентированной модели государственного контроля за соблюдением требований технических регламентов Таможенного союза	14
<i>Балабекова К.Г., Тогизбаев Б.К.</i> Анализ прочности поршня в Solid Works Simulation	22
<i>Бекбасаров И.И., Атенев Е.И.</i> Сопротивляемость моделей свай с уширениями ствола на горизонтальную и выдергивающую нагрузки	27
<i>Бисакаев С.Г., Бекеева С.А., Джумагулова Н.Г.</i> Степень профессионального риска работников строительной организации в зависимости от условий труда	39
<i>Жумабеков А.Т., Айдарханова А.Н.</i> Анализ неисправностей рулевого управления легкового автомобиля	45
<i>Кабикенов С.Ж., Исабаев М.С., Мухаметжанова А.С.</i> Городской транспорт в развивающихся странах за пределами мегаполисов	52
<i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сагнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Инструментальная платформа OLAP анализа данных экологического мониторинга	66
<i>Канаев А.Т., Ахмедьянов А.У., Киргизбаева К.Ж., Косанова И.М.</i> Определение физико-механических характеристик плазменно-закаленной колесной стали методом наноиндентирования	78
<i>Кенжебаев К.Ж.</i> Индивидуальная программа учета простоев локомотивов ТЭ33А на внеплановых ремонтах как инструмент для анализа ремонтпригодности	87
<i>Крыкбаев М.М., Шедреева И.Б., Тлешова А.С.</i> Практическая реализация эффекта самоадаптации в решетке Брэгга, показывающая отрицательный наклон характеристики	94
<i>Оразбаев Б.Б., Зинагабденова Д.Р., Н.А.</i> Программный комплекс «Автоматизированная система управления сбора данных и учета газа»	101
<i>Садыкова С.Ш., Молдалиева Г.Т.</i> Современные принципы формирования архитектуры эко-ферм	112
<i>Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Буришуква Г.А., Карменов К.К.</i> Исследование легированных литых сплавов с наноструктурным покрытием, обладающих повышенными демпфирующими свойствами	121
<i>Сулейменов Т.Б., Жомартов Р.А.</i> Модернизация технологии обработки поездов при смене колеи на границе КНР/РК	131

Д.К. Сулеев¹, Е.Б. Утепов²,

Г.А. Буршукова¹, К.К. Карменов³

¹Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

²Академия гражданской авиации, Алматы, Казахстан

³Кокшетауский технический институт, Кокшетау, Казахстан

(¹suleyevd@gmail.com, ²utepov_51@mail.ru, ¹burshukova.gulzia@mail.ru,

³kazeztaevich@mail.ru)

Исследование легированных литых сплавов с наноструктурным покрытием, обладающих повышенными демпфирующими свойствами

Аннотация: Статья посвящена актуальной проблеме создания демпфирующих сталей с наноструктурным покрытием. Объектом исследования являются литые стали, используемые для изготовления зубчатых колес, венцов, полумуфт, шестерен и генерирующие шум, создающий акустический дискомфорт. Основная идея работы заключается в оценке акустических, вибрационных, физико-механических и демпфирующих свойств литых сталей, получении литых сталей с наноструктурным покрытием с повышенными демпфирующими свойствами, обеспечивающими снижение шума и вибрации. В процессе работы были исследованы акустические (уровень звука, уровень звукового давления) характеристики сплавов. По итогам проведенных работ разработаны новые демпфирующие металлические материалы на основе железа. Для реализации основных положений по формированию многофункциональных покрытий на рабочих поверхностях литой стали была использована специальная установка НИТУ МИСиС на основе модернизированного вакуумно-дугового агрегата.

Ключевые слова: сплавы, нанотехнологии, покрытие, легирование, демпфирование, свойства, соударения.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-131-2-121-130>

Введение

Современная наука открыла новое направление – нанотехнологии. В отличие от обычных ресурсов в нанотехнологии объекты получают из структурных составляющих веществ (молекулы, атомы). Наноматериалы из одного и того же вещества имеют свои особенности – новые физические, биологические, химические свойства.

Путем варьирования параметров осаждения ионно-плазменных вакуумно-дуговых Ti-Cr-Al-N покрытий можно получить наноструктурированное покрытие с размером кристаллитов 10-100 нм на основе сложных нитридов титана и хрома. Механические свойства (твердость, модуль упругости) покрытия определяются размером кристаллитов. Нанесение наноструктурных покрытий на твердосплавные пластины снижает коэффициент трения и повышает стойкость пластин при точении и фрезеровании в 5-6 раз.

Наноструктурные покрытия с увеличенной площадью межзеренных границ имеют более сбалансированное соотношение между твердостью и вязкостью, оказывающих первостепенное влияние на износостойкость материала в условиях постоянных и знакопеременных термомеханических напряжений. Однако в силу своей неравновесности наноматериалы стремятся к релаксации своей избыточной энергии, что сопровождается деградацией наноструктуры как при формировании покрытий, так и в процессе их эксплуатации.

Одним из способов наноструктурирования покрытий является формирование в них многофазной структуры. Выделение частиц новых фаз на границах образующихся нанокристаллитов сдерживает коагуляцию зерен в материале покрытия [1, 2].

Изучение морфологии, элементного состава и характера распределения элементов по толщине покрытий осуществлялось с применением полевого растрового электронного микроскопа JSM-6700F с приставкой для энергодисперсионной спектроскопии JED-2300F (JEOL).

Методология исследования

В качестве объекта исследования были выбраны стандартные литые стали 50Л, 55Л, 70Л, а также выплавленные БГА-1, БГА-2, БГА-3.

Путем добавления легирующих элементов (хрома, никеля, РЗМ) в химический состав стандартных сталей были получены новые стали с повышенными демпфирующими свойствами. Принципы легирования сплавов основаны на изучении диаграмм состояния Fe-C, Fe-Cr, Fe-Ni; Fe-Si; Fe-Y; Fe-La; Fe-Ce.

Таблица 1 - Химический состав исследованных сталей

№ п/п	Марка стали	Химический состав сталей, у.вес					
		C	Si	Mn	Cr	Ni	РЗМ
1	50Л	0,47-0,55	0,2-0,52	0,45-0,90	-	-	-
2	55Л	0,52-0,6	0,2-0,52	0,4-0,9	≤0,3	≤0,3	-
3	70Л	0,65-0,75	0,17-0,37	≤0,40	≤0,3	≤0,3	-
4	50Л (НС)	0,47-0,55	0,2-0,52	0,45-0,90	-	-	-
5	БГА-1	0,20	1,35	0,41	1,58	0,55	0,37La
6	БГА-2	0,42	1,38	0,41	1,58	0,55	0,37La
7	БГА-3	0,48	1,42	0,58	1,52	0,58	0,22La
8	БГА-3 (НСП)	0,48	1,42	0,58	1,62	0,58	0,22La

Для исследования акустических (уровень звука, уровень звукового давления) и вибрационных (уровень виброускорения, общий уровень виброускорения) свойств сталей было выбрано устройство для комплексного исследования акустических и вибрационных свойств пластинчатых и трубчатых образцов сталей с последующей модернизацией [3].

Звуковой генератор ЗГ-10 использовали для калибровки производимых измерений звукового сигнала. Поправку на изменение звукового сигнала от атмосферного давления осуществляли при помощи пистонфона марки PF-101. Температура воздуха и влажность в лаборатории поддерживались постоянными. Акустические измерения находили как среднее значение пяти измерений.

Также проводили математическую обработку результатов эксперимента и определение доверительных интервалов в соответствии с методикой [4].

Звуковой импульс от соударения исследуемого образца с шаром-ударником фиксировали не только шумомером, но и регистрировали с помощью запоминающего осциллографа. Зафиксированный сигнал фотографировали и далее определяли характеристики демпфирования: логарифмический декремент, скорость затухания звука. Относительное рассеяние и внутреннее трение определяли расчетным путем.

На рисунке 1 показан сфотографированный звуковой импульс от соударения образца стали 50Л. Логарифмический декремент этого сплава определяли следующим образом [5]:

$$\delta = \frac{l}{n} \ln \frac{A_0}{A_n} = \frac{1}{48} \ln \frac{91}{62} = 0,008 \quad (1)$$

где A_0 - начальная, максимальная амплитуда звукового импульса;

A_n - конечная, минимальная амплитуда звукового импульса;

n - число импульсов на экране осциллографа.

Относительное рассеяние:

$$\psi = 2\delta = 0,016 \quad (2)$$

Внутреннее трение [5]:

$$Q^{-1} = \frac{\delta}{\pi} = \frac{\psi}{2\pi} = \frac{0,016}{2\pi} = 0,0025 \quad (3)$$

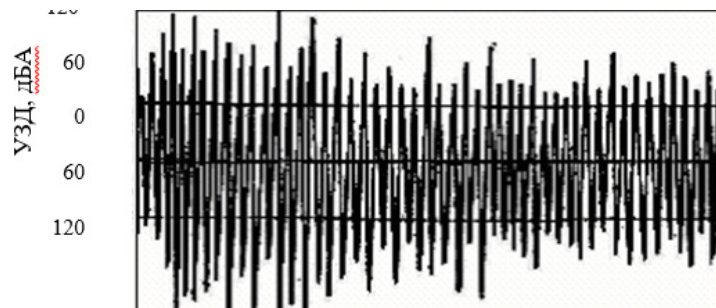


Рисунок 1 - Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения образца стали 50Л и шара-ударника

Временной интервал экрана осциллографа составляет 0,005 секунды. Весь интервал делится на $9 \times 5 = 45$ подинтервалов. Таким образом, цена деления временного интервала осциллографа составляет 0,00011 секунды.

Метод физико-механического нанесения наноструктурного покрытия на поверхность демпфирующих сплавов (PVD) заключается в транспортировке вещества-покрытия в вакууме с одновременной подачей газового концентрата (азот, кислород, метан и т.д.).

Технология КИБ (PVD) состоит из следующих моментов:

1. Повышение температуры за счет процессов электронной и ионной скоростной атаки;
2. Процесс азотирования субстрата;
3. Улучшение качества поверхности за счет распыления;
4. Ионное осаждение слоя покрытия.

Процессы КИБ происходят в вакуумной установке [6-8], при этом корпус установки –анод.

Способ образования капель процесса КИБ показан на рисунке 2.



Рисунок 2 - Схема формирования микрокапельной составляющей паро-ионного потока для процесса КИБ [8]

Нанесение покрытий на пластины из литой стали осуществляли на модернизированной ионно-вакуумной установке тремя катодами, два из которых имели электромагнитную стабилизацию катодного пятна и плазмооптическую фокусировку плазменного потока (стандартные испарители). Один – был оснащен системой для сепарации-ускорения плазменного потока (рисунок 3) [9].

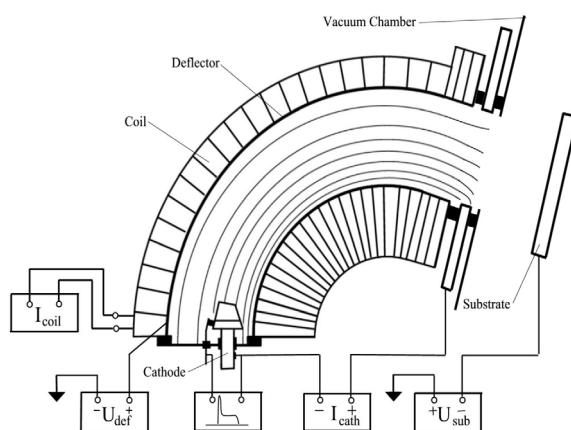


Рисунок 3 - Источник сепарированной плазмы

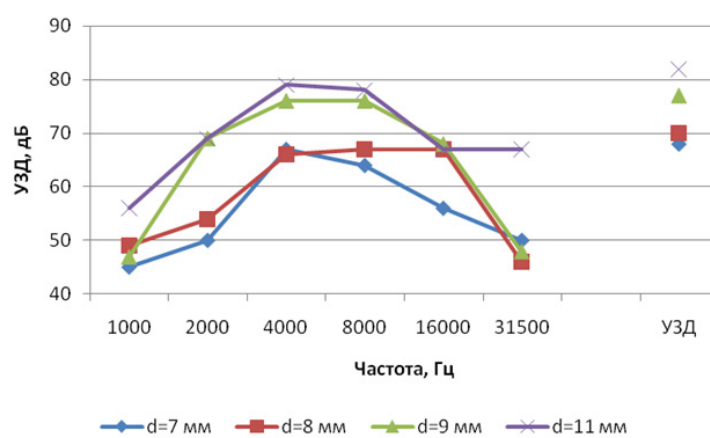
Пластины из литой стали загружали в камеру установки на стол механизма вращения, который обеспечивал перемещение инструмента в потоке газометаллической плазмы. Остаточное давление в камере создавали и регулировали с помощью вакуумной системы и автоматического регулятора напуска рабочего газа, температуру пластин контролировали с помощью пирометрической системы, имеющей рабочий диапазон измеряемых температур 150–900°C, рабочий спектральный диапазон 1,8–3,8 мкм, показатель визирования 1:500 (номинальное значение) и время установления показаний не более 0,025 с.

Результаты исследования

Таблица 2 - Акустические характеристики стандартных литых сталей 50Л, 55Л, 70Л и 50Л (НС)

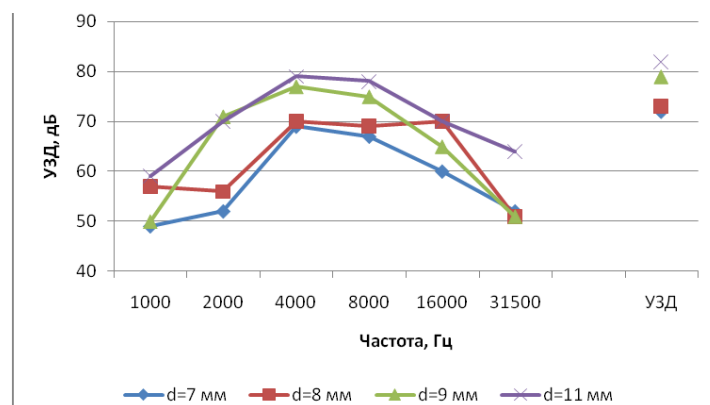
Марка стали	Диаметр шароударника, d, мм	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					УЗ, дБА
		1000	2000	4000	8000	16000	

50Л	7	45	50	67	64	56	50	68
	8	49	54	66	67	67	46	70
	9	47	69	76	76	68	48	77
	11	56	69	79	78	67	67	82
55Л	7	49	52	69	67	60	52	72
	8	57	56	70	69	70	51	73
	9	50	71	77	75	65	51	79
	11	59	70	79	78	70	64	82
70Л	7	51	54	71	70	66	56	72
	8	60	61	70	70	69	56	75
	9	57	70	76	79	64	57	81
	11	59	72	79	80	66	59	83
50Л(НС)	7	46	51	64	63	57	50	65
	8	48	55	65	64	64	47	67
	9	48	68	73	74	67	49	74
	11	55	67	76	74	68	68	78



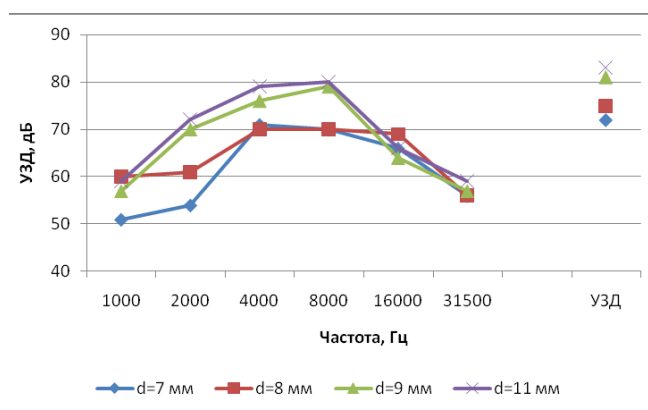
(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 4 - Характеристики звукоизлучения стали 50Л при соударении



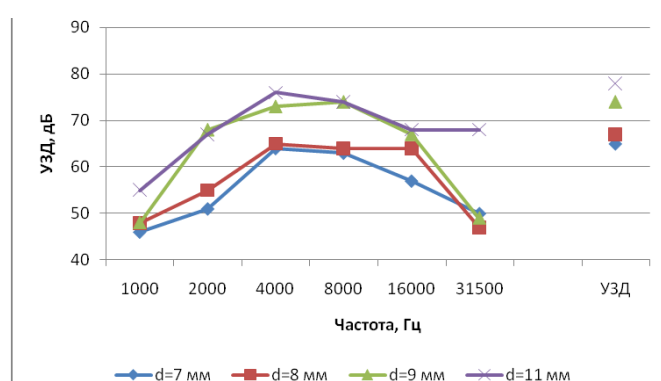
(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 5 - Характеристики звукоизлучения стали 55Л при соударении



(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 6 - Характеристики звукоизлучения образца 70Л при соударении

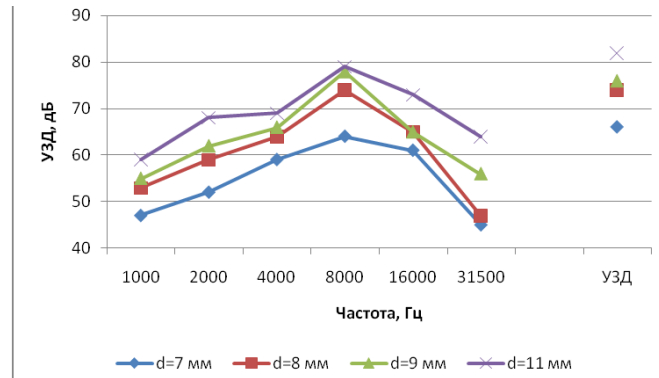


(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 7 - Характеристики звукоизлучения стали с наноструктурным покрытием 50Л(НС) при соударении

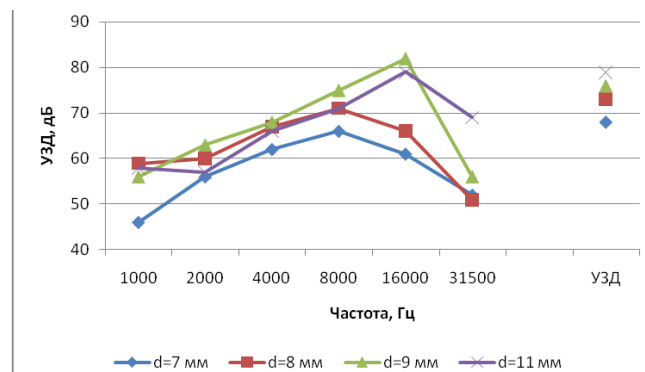
Таблица 3 - Акустические характеристики образцов разработанных сталей при соударении с шарами-ударниками

Марка сталей	Диаметр шара-ударника, d, мм	Уровни звуковых давлений, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						УЗ, дБА
		1000	2000	4000	8000	16000	31500	
БГА-1	7	47	52	59	64	61	45	66
	8	53	59	64	74	65	47	74
	9	55	62	66	78	65	56	76
	11	59	68	69	79	73	64	82
БГА-2	7	46	56	62	66	61	52	68
	8	59	60	67	71	66	51	73
	9	56	63	68	75	82	56	76
	11	58	57	66	71	79	69	79
БГА-3	7	53	55	56	58	55	56	56
	8	61	60	65	74	74	58	76
	9	54	63	69	80	72	59	80
	11	59	64	68	81	70	62	82
БГА-3 (НС)	7	52	52	53	54	53	53	54
	8	62	59	66	72	72	59	74
	9	55	62	69	75	73	60	77
	11	61	65	67	78	71	63	74



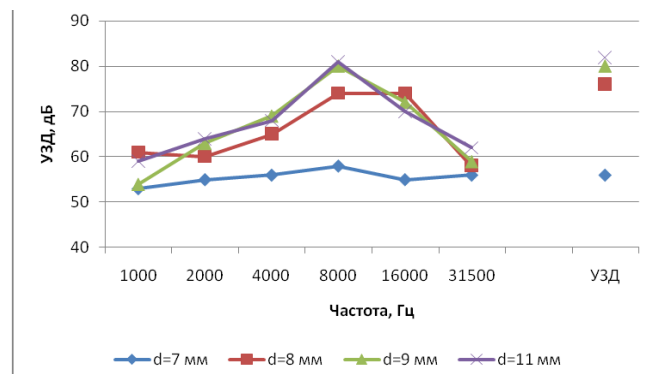
(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 8 - Характеристики звукоизлучения образца БГА-1 при соударении



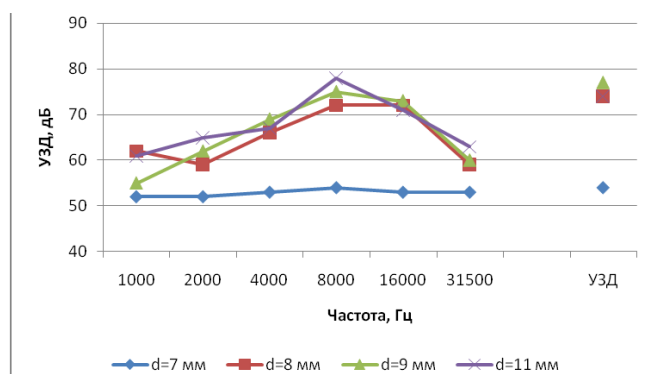
(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 9 - Характеристики звукоизлучения образца БГА-2 при соударении



(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 10 - Характеристики звукоизлучения образца БГА-3 при соударении



(d=7÷11 мм) – диаметры ударников шаров

Рисунок 11 - Характеристики звукоизлучения образца БГА-3 (НС) при соударении

Как видно из таблиц 2-3, акустические свойства исследовали при разных амплитудах деформации (ударники диаметром 7, 8, 9, 11 мм), то есть изучали амплитудно-зависимое демпфирование.

Источниками затухания колебаний в сталях 50Л, 55Л, 70Л, БГА-1, БГА-2 и БГА-3 в амплитудно-зависимой области являются упругое двойникование, бездиффузионное обратимое фазовое превращение (мартенситное превращение) и магнитно-упругое рассеяние энергии. Также диссипацию вызывают неметаллические включения.

Даже при незначительных напряжениях в сталях происходит микропластическая деформация, поскольку неметаллические включения ослабляют сечение матрицы и являются сильным концентратором напряжений.

Заключение

В результате проведенных работ была дана характеристика акустическим, демпфирующим характеристикам широко используемых литых сталей 50Л, 55Л, 70Л, из которых изготавливаются зубчатые колеса, венцы, втулки зубчатых муфт, работающие в режиме вибраций и соударения. Разработаны новые демпфирующие металлические материалы на основе железа. Объектом исследования были выбраны как стандартные марки сталей 50Л, 55Л, 70Л, так и новые, выплавленные стали, такие как БГА-1, БГА-2 и БГА-3, легированные хромом (0,3-1,58%), никелем (0,9-1,0%), церием (0,02-0,08%), лантаном (0,037-0,05%). Основным механизмом демпфирования вибраций и соударений является микропластическая деформация в структуре металла.

Список литературы

1. Сулеев Д.К., Утепов Т.Е., Бурщукова Г.А., Тусупкалиева Э.А. Литые демпфирующие стали с наноструктурным покрытием // Вестник КазНТУ. Алматы. - 2014. - №6. - С.61-68.
2. Блинков И.В., Аникин В.Н., Кратохвил Р.В., Соболев Н.А., Фролов А.Е. Наноструктурные покрытия на режущем инструменте, работающем в условиях непрерывного и прерывистого резания. Тр. 9 междунар. конф. «Технологии ремонта, восстановления, упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки». 11-14 апреля 2007. -СПб: Изд-во СПб ГПУ. - 2007. - Т.2. - С. 22-29.
3. Еркыныр А.К., Утепов Е.Б., Утепова А.Б. и др. Исследование шума и вибрации твердых образцов // Труды шестой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология). - Алматы. - 2004. - Ч. 1. - С. 52-54.
4. Керженцев В.В., Деденко Л.Г. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. – Москва: МГУ. - 1971. – 10 с.
5. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. – Москва: Металлургия, 1974. – 352 с.

6. Саблев Л.П., Долотов Ю.И., Ступак Р.И. и др. Электродуговой испаритель с магнитным ограничением катодного пятна // Приборы и техника экспериментов. - 1976. - С. 12-16.
7. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. - Москва: Машиностроение, 1993. - 336с.
8. Vetter J., Burgmer W., Dederichs H., Perry A. The architecture and performance of compositionally gradient and multi-layer PVD coating // Material Science Forum. – 1994. - Vol. 163-165. - P. 527-532.
9. Martin P.J., Bendavid A. Review of the filtered arc process and materials deposition // In: Thin Solid Film 394. - 2001. - P. 1-15.

Д.К. Сулеев¹, Е.Б. Утепов², Г.А. Буршукова¹, К.К. Карменов³

¹ К.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан

² Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан

³ Ішкі істер министрлігі Төтенше жағдайлар комитеті Көкшетау техникалық институты,
Көкшетау, Қазақстан

Жоғары демпферлеуші қасиеттерге ие наноқұрылымдық жабындысы бар легірілген құйылған қорытпаларды зерттеу

Аңдатпа. Бұл мақала наноқұрылымдық жабындысы бар демпферлеуші болаттарды жасаудың өзекті мәселесіне арналған. Зерттеу объектісі акустикалық жайсыздықты құрайтын шуды түрлендіретін тісті доңғалақтарды, бөрелелерді, жартылай муфталарды, тегершіктерді жасау үшін қолданылатын құйылған болаттар болып табылады. Жұмыстың негізгі идеясы акустикалық, діріл, физика-механикалық және демпферлеуші қасиеттерін бағалау, шу мен дірілдің азаюын қамтамасыз ететін жоғары демпферлеуші қасиеттері бар наноқұрылымдық жабындысымен құйылған болаттарды алу болып табылады. Жұмыстың барысында қорытпалардың акустикалық сипаттамалары (шу деңгейі, дыбыстық қысымның деңгейі) зерттелді. Өткізілген жұмыстардың қорытындылары бойынша темірдің негізінде жаңа демпферлеуші металл материалдар жасалды. Құйылған болаттың беттерінде көпфункционалды жабындыларды қалыптастыру бойынша негізгі ережелерді іске асыру үшін жетілдірілген вакуумды-доғалық агрегаттың негізіндегі МБЖҚИ ҒЗТУ арнайы қондырғысы пайдаланылды.

Түйін сөздер: қорытпалар, нанотехнология, жабынды, легірілеу, демпферлеу, қасиеттер, соқтығысу.

D.K. Suleev¹, E.B. Uteпов², G.A. Burshukova¹, K.K. Karmenov³

¹ K.I. Satpaev Kazakh National Technical Research University, Almaty, Kazakhstan

² Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan

³ Kokshetau Technical Institute of the Committee for Emergency Situations,
Kokshetau, Kazakhstan

The study of the doped cast alloys with nanostructured coating with increased damping properties

Abstract: The article is dedicated to the current problem of the production of damping steels with nanostructured coating. The study object are cast steels used for the production of gear wheels, rims, half couplings, gears producing noise that is creating an acoustic discomfort. The main idea of the work is to evaluate the acoustic, vibrational, physical and mechanical and damping cast steels properties; to obtain cast steels with nanostructured coating with increased damping properties that are providing the noise and vibration reduction. Acoustic (sound level, sound pressure level) alloys characteristics were examined in the work process. According to the performed work results new damping metallic materials based on iron were developed. The special installation of NUST MISIS on the basis of the modernized vacuum-arc unit was used to implement the main provisions on the formation of multifunction coatings on the cast steel working surfaces.

Keywords: alloys, nanotechnologies, coating, doping, damping, properties, collisions.

References

1. Suleev D.K., Uteпов T.E., Burshukova G.A., Tusupkalieva E.A. Lite dempfirujushhie stali s nanostrukturnym pokrytiem [Cast damped steel with nanostructured coating], Vestnik KazNITU [Bulletin of KazNRTU], 6, 61-68 (2014).
2. Blinkov I.V., Anikin V.N., Kratochvil R.V., Sobolev N.A., Frolov A.E. Nanostrukturnye pokrytija na rezhushhem instrumente, rabotajushhem v uslovijah nepreryvnogo i preryvistogo rezanija [Nanostructured coatings on a cutting tool operating under continuous and intermittent cutting conditions]. Trudy 9-j mezhdunarodnoj konferencii «Tehnologii remonta, vosstanovlenija, uprochnenija detalej mashin, mehanizmov, oborudovanija, instrumenta i tehnologicheskoy osnastki» [Proceedings of the 9th international conference "Technologies of repair, restoration, hardening of machine parts, mechanisms, equipment, tools and tools"]. St. Petersburg, 11-14 april, 2, 22-29 (2007).
3. Erkonyr A.K., Uteпов E.B., Uteпова A.B. i dr. Issledovanie shuma i vibracii tverdyh obrazcov [Investigation of noise and vibration of solid samples], Trudy shestoj mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Novoe v bezopasnosti zhiznedejatel'nosti» (ohrana truda, jekologija, valeologija, zashhita cheloveka v ChS, toksikologija) [Proceedings of the Sixth International Scientific and Technical Conference "New in Life Safety" (labor protection, ecology, valeology, human protection in emergencies, toxicology)]. Almaty. Part 1, 52-54 (2004).
4. Kerzhencev V.V., Dedenko L.G. Matematicheskaja obrabotka i oformlenie rezul'tatov jeksperimenta [Mathematical processing and registration of experimental results] (Moscow, MGU, 1971).
5. Postnikov V.S. Vnutrennee trenie v metallah [Internal friction in metals] (Metallurgy, Moscow, 1974).
6. Sablev L.P., Dolotov Ju.I., Stupak R.I. i dr. Jelektrodugovoj isparitel' s magnitnym ogranicheniem katodnogo pjatna [Electric arc evaporator with magnetic confinement of cathode spot], Pribory i tehnika jeksperimentov [Devices and technics of experiments] (1976). Vereshhaka A.S. Rabotosposobnost' rezhushhego instrumenta s iznosostojkimi pokrytijami [Performance of the cutting tool with wear-resistant coatings] (Mashinostroenie, Moscow, 1993).
8. Vetter J., Burgmer W., Dederichs H., Perry A. The architecture and performance of compositionally gradient and multi-layer PVD coating, Material Science Forum, 163-165, 527-532 (1994).
9. Martin P.J., Bendavid A. Review of the filtered arc process and materials deposition, In: Thin Solid Film 394, 1-15 (2001).

Сведения об авторах:

Сулеев Д.К. – доктор технических наук, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, ул. Сатпаева, 22, Алматы, Казахстан.

Утепов Е.Б. – доктор технических наук, Академия гражданской авиации, ул. Ахметова, 44, Алматы, Казахстан.

Буршукова Г.А. – PhD, сениор-лектор, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, ул. Сатпаева 22, Алматы, Казахстан.

Карменов К.К. – кандидат технических наук, Кокшетауский технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям, ул. Акана-Сери, 136, Кокшетау, Казахстан.

Suleev D.K. – Doctor of Technical Sciences, K.I.Satpayev Kazakh National Technical Research University, Satpayev str.22, Almaty, Kazakhstan.

Uteпов E.B. – Doctor of Technical Sciences, Academy of Civil Aviation, Akhmetov str.44, Almaty, Kazakhstan.

Burshukova G.A. - PhD, Senior lecturer, K.I.Satpayev Kazakh National Technical Research University, Satpayev str.22, Almaty, Kazakhstan.

Karmenov K.K. – Candidate of Technical Sciences, Kokshetau Technical Institute of the Committee for Emergency Situations, Akan Seri str. 136, Kokshetau, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 30.01.19..