

**Министерство науки  
и высшего образования РФ**  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего  
образования  
**"Сибирский государственный  
индустриальный университет"**  
**(СибГИУ)**  
ул. Кирова, 42, г. Новокузнецк  
Кемеровской обл., 654007  
Тел.: (3843) 46-35-02. Факс (3843) 46-57-92  
E-mail: rector@sibsiu.ru  
http://www.sibsiu.ru

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научной работе и  
инновациям, доктор технических наук,  
профессор

Темлянцеv Михаил  
Викторович

"24 августа 2018 г.



24.08.2018г. 01-3/2820

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Гаврилова Юрия Юрьевича  
на тему «Композиционные материалы с добавками дисперсных порошков  
различной структурной иерархии для резинотехнических уплотнений  
с улучшенными эксплуатационными свойствами»  
по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и  
композиционные материалы  
на соискание учёной степени кандидата технических наук

#### **Актуальность исследований. Объект и предмет исследований**

Диссертационная работа Гаврилова Ю.Ю. посвящена решению вопросов  
получения новых композиционных материалов на основе резинопolyмерных  
составов с улучшенными свойствами.

Проблема повышения надежности и ресурса большинства машин и механизмов  
связана с задачей повышения износостойкости и срока службы резинотехнических  
изделий, использующихся, в первую очередь, в качестве уплотнений узлов  
сопряжения деталей машин и механизмов.. Слабым местом их является  
недостаточно высокая стойкость к истиранию и, что особенно важно для техники,  
используемых в условиях низких температур – хрупкость. Низкая  
работоспособность резинотехнических уплотнений (РТУ) в условиях низких



температур становится причиной до 50 % отказов техники. Это приводит к значительным простоям, большим затратам на ремонтно-восстановительные работы, в результате чего существенно снижается ее производительность.

В связи с вышесказанным исследования, направленные на разработку новых перспективных композиционных антифрикционных материалов, обеспечивающих увеличения эксплуатационного ресурса резинотехнических уплотнений, работающих в экстремальных условиях низких температур, повышенного абразивного износа и воздействия агрессивных сред, несомненно, являются актуальными.

В диссертационной работе исследовались пути улучшения эксплуатационных характеристик маслобензостойкой резиновой смеси В-14, слабым звеном которой пока является низкая морозостойкость и износостойкость.

Для улучшения морозостойкости и износостойкости были использованы сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), который обладает необходимыми свойствами, такими как диапазон рабочих температур (от -200 до +90 °С) и высокая стойкость к истиранию. В качестве модифицирующих добавок использовали порошки гидратированного силиката магния, карбида кремния, карбосила и аэросила как стандартной granulometрии, так и ультрадисперсные. Впервые был применен метод модифицирования СВМПЭ неорганическими соединениями с последующей механоактивацией.

Объектами исследования являются:

- резинопolyмерные композиционные материалы (РПКМ) на основе бутадиен-нитрильного каучука и модифицированного СВМПЭ;
- наполнители – дисперсные порошки различной структурной иерархии.

#### **Цель и задачи исследований**

В диссертационной работе Гаврилова Ю.Ю. рассматривались следующие способы повышения эксплуатационных характеристик резинотехнических уплотнений:

- разработка резинопolyмерных композиционных материалов для изготовления РТУ с улучшенными эксплуатационными характеристиками,

- создание защитного слоя на поверхности РТУ, обеспечивающего повышение ресурса узлов механизмов в экстремальных условиях низких температур, повышенного абразивного износа и воздействия агрессивных сред.

Целью работы является:

- получение маслобензостойких резинопolyмерных композиционных материалов с заданными свойствами для РТУ, работающих в среде масел при низких температурах и в абразивной среде,

- создание защитного слоя на поверхности РТУ, работающих в режиме как сухого трения, так и в водных средах.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Разработка маслобензостойких РПКМ на основе бутадиен-нитрильного каучука БНКС-18АН (БНКС) и механоактивированного сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) с улучшенными эксплуатационными свойствами;

2. Определение физико-механических и эксплуатационных свойств полученных композиционных материалов и РТУ;

3. Разработка технологии механоактивации смеси порошков СВМПЭ и порошков модификаторов как обычной дисперсности (1 – 40мкм), так и ультрадисперсных;

4. Снижение температуры хрупкости и уменьшение истираемости полученных резинопolyмерных композиционных материалов, по сравнению с серийной резиновой смесью «В-14»;

5. Получение защитных составов и способов их нанесения на поверхность уплотнений.

#### **Значимость для науки**

Научная новизна диссертации Гаврилова Ю.Ю. заключается в следующем:

- Впервые применен метод модифицирования СВМПЭ карбосилом или карбидом кремния с последующей механоактивацией. Обоснованы режимы механоактивации. Объяснены явления, происходящие в процессе механоактивации и приводящие к увеличению эластических свойств, морозостойкости и



износостойкости композиционного материала. Показано, что эффективным критерием механоактивации является интенсивность и ширина полос деформационных  $CH_2$  колебаний СВМПЭ;

- Установлено оптимальное время измельчения гидратированного силиката магния (размерностью до 0,04 мкм) на активаторе «АГО-2С», которое составило 5 мин. в водной среде (15% воды), при центробежном ускорении барабанов 1000 м/с-2.

- Сделан вывод о повышении физико-механических показателей разработанных РПКМ с механоактивированным СВМПЭ за счет изменения формы частиц в процессе механоактивации, т.е. увеличения их эффективной поверхности, происходит усиление межмолекулярного взаимодействия СВМПЭ – саже-каучуковый гель.

#### **Значимость для производства**

Созданы маслостойкие РПКМ с заданными свойствами на основе бутадиен-нитрильного каучука и СВМПЭ, модифицированного порошками различной дисперсности, с последующей механоактивацией для уплотнений, работающих в среде масел при низких температурах и в абразивной среде.

Разработан состав защитного покрытия на РПКМ и способ его нанесения на рабочие поверхности РТУ, работающих в режиме сухого трения и водной среде (рабочий ресурс увеличен до 8 раз в водной среде).

Полученные материалы позволяют изготавливать резинотехнические уплотнения с улучшенными эксплуатационными свойствами, что в свою очередь обеспечивает увеличение рабочего ресурса и надежность техники в целом.

#### **Рекомендации по использованию результатов работы**

Разработанные композиционные материалы рекомендуются для изготовления резинотехнических уплотнений, работающих при низких температурах и повышенном абразивном износе, в частности, применяемых в машинах и механизмах, эксплуатирующихся в условиях низких температур. Особенно это актуально в горнодобывающей промышленности, где ремонт техники, как правило, осуществляется на удаленных ремонтных предприятиях и экономические потери,



вызванные производственными простоями, являются весьма существенными и во много раз превышают стоимость самого ремонта.

### **Замечания по диссертации**

1. На стр. 7 «Объекты исследования» указано, что в качестве объектов исследования выбраны дисперсные порошки различной структурной иерархии. Однако не представлено исследование структуры данных материалов.

2. На стр. 65...66 п. 3.7 не представлено научного обоснования предположения, за счет чего происходит усиление межмолекулярного взаимодействия СВМПЭ – саже-каучуковый гель, которое подтверждается лишь более высокими физико-механическими показателями.

3. Приведенные рисунки 4.3-4.6 имеют низкое качество, что затрудняет интерпретацию полученных автором результатов.

4. В диссертации отсутствуют данные по стоимости затрат на получение разработанных композиционных материалов, что затрудняет оценку экономического эффекта.

5. Оформление ссылок на литературные источники в тексте диссертации не соответствует ГОСТ 7.0.11— 2011.

### **Выводы**

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации и носят рекомендательный характер. Основные положения диссертационного исследования достаточно полно опубликованы в журналах, сборниках научных трудов и материалах всероссийских и международных конференций - всего 25 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 10 работ в материалах всероссийских и международных конференций, 3 работы в научно-технических изданиях, 9 патентов РФ. Разработанные технические решения опробованы на практике, что подтверждается соответствующими актами.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает основное содержание работы.

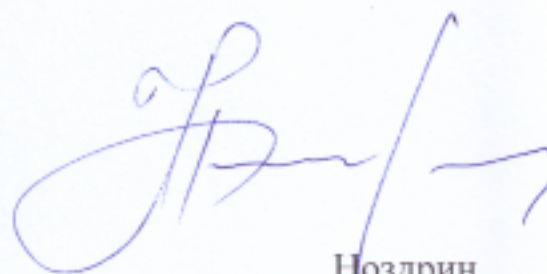
Диссертация Гаврилова Юрия Юрьевича имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании

выполненных автором исследований содержится решение задачи разработки новых композиционных материалов для изготовления резинотехнических уплотнений с улучшенными эксплуатационными свойствами, имеющей существенное значение для использования в технике, эксплуатируемой в условиях низких температур.

Диссертация соответствует требованиям п.9 "Положения о присуждении учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Гаврилов Юрий Юрьевич достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - порошковая металлургия и композиционные материалы.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на заседании научно-технического семинара кафедры металлургии цветных металлов и химической технологии (МЦМиХТ) Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет» 24.08.2018г (протокол №320)

Профессор кафедры МЦМиХТ, д.т.н.  
по специальности 05.16.06 – порошковая  
металлургия и композиционные материалы,  
доцент



Ноздрин  
Игорь Викторович

Адрес: 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова 42, ауд. 336Г  
Тел. (3843) 46-35-02 Факс. (3843) 46-57-92, E-mail: [rector@sibsiu.ru](mailto:rector@sibsiu.ru)