

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу Шакиной Антонины Владимировны «Разработка эффективной технологии получения вагонной тормозной колодки из металлокерамического фрикционного материала», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение)

### **Актуальность темы**

Актуальность избранной Шакиной А.В. темы не вызывает сомнений. Предметом исследования диссертационной работы, на мой взгляд, являются трибологические свойства материалов, используемых в качестве фрикционного материала в системе «тормозная колодка - колесо железнодорожного вагона». Вопросы, связанные с адекватным описанием процессов формирования и изменения структуры таких материалов в процессе эксплуатации в сложных условиях нагружения, вызванных динамическими процессами в рассматриваемой системе, остаются сложными для исследования, поскольку материал, из которого формируется тормозная колодка, является многокомпонентным. С одной стороны материал должен обладать высокими фрикционными свойствами с максимальной износостойкостью, а, с другой стороны, повышенная твердость такого материала может привести к интенсивному износу железнодорожного колеса, находящегося с ним в паре трения. Поиску компромиссного решения этой проблемы за счет управления составом и структурой фрикционных материалов и посвящена оппонируемая работа. Это дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, является актуальной. Решение указанной проблемы за счет создания комплексной методики проектирования металлокерамического фрикционного материала на базе совокупности теоретических и экспериментальных исследований позволило Шакиной А.В. разработать материалы на основе меди МЗ и железа Жб, а также технологию получения тормозных колодок из них, которые при достаточно низкой себестоимости не уступают по своим свойствам зарубежным аналогам. При построении модели дополнительно учтено формирование на поверхности трения материала вторичной структуры – «серого» слоя. Решение задач в такой постановке актуально и имеет важное значение для прикладного материаловедения.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Им изучены и критически анализируются известные достижения и теоретические положения других авторов по вопросам контактных взаимодействий в системе «тормозная колодка - колесо железнодорожного вагона», а также по вопросам, связанным с разработкой составов фрикционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним. Список литературы содержит 115 наименований.

Для анализа процессов, протекающих в системе «тормозная колодка - колесо железнодорожного вагона» Шакиной А.В. разрабатывается комплексная методика проектирования металлокерамического материала, позволяющая выявить закономерности формирования свойств порошкового материала в зависимости от вида и состава его компонентов, а также связать полученные данные с данными микроструктурного анализа.

Экспериментальные исследования проведены с использованием современного аналитического и экспериментального оборудования и обработаны проверенными статистическими методами. Стиль изложения диссертационной работы позволяет установить логическую связь между разделами диссертации. Данные анализа структуры материала сопоставляются с экспериментальными данными, а затем уже делаются выводы и формулируются технологические рекомендации.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Так, на основе проведенных исследований Шакиной А.В. разработан фрикционный порошковый материал с рациональным сочетанием компонентов, обладающий характеристиками, близкими к расчетным значениям на трение и износ, представленным в работах И.В. Крагельского.

### **Оценка достоверности и новизны**

Достоверность, полученных Шакиной А.В. результатов подтверждается соответствием теоретических результатов экспериментальным данным, полученным с помощью поверенного комплекса контрольно-измерительного оборудования, а также применением современных методик исследования структуры и свойств материалов, программных средств обработки результатов экспериментов и стендовыми испытаниями разработанных тормозных колодок на базе ОАО «ВНИИЖТ».

В качестве новых научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения.

1) Установлены зависимости физико-механических и фрикционных свойств порошковых материалов систем «железо – медь», «железо – углерод», «железо – хром» от содержания меди, углерода и хрома. Выявлен экстремальный характер изменения объемного износа порошкового материала системы «железо – медь» от процентного содержания меди, связанный с формированием на поверхности трения вторичной структуры (серого слоя), представляющей совокупность дисперсных слоев твердых растворов меди и железа различной концентрации. Минимум и максимум в значениях фрикционных свойств порошковых материалов системы «железо – углерод» наблюдаются при концентрации углерода 1–2,5 % и 9 % соответственно;

2) Установлено влияние вида и содержания фрикционного наполнителя (оксидов алюминия и кремния) на износостойкость и фрикционные свойства порошкового материала. Минимум объемного износа наблюдается при содержании наполнителя 3 или 7 % в зависимости от его вида и обусловлен наличием в поверхностном слое материала наклепа с повышенной микротвердостью, а

также присутствием в структуре материала частиц наполнителя с высокой твердостью.

Научный уровень диссертационной работы показывает высокую квалификацию автора. Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых фрикционных материалов для нужд различных отраслей производства (автомобилестроение, авиастроение и др.).

Основные результаты диссертации опубликованы в 10 печатных работах (из них 4 работы в журналах из Перечня ВАК) и 6 патентах РФ. Они неоднократно обсуждались на различных конференциях и получили одобрение ведущих специалистов.

### **Практическая ценность работы**

Практическая ценность работы заключается в разработке Шакиной А.В. новых фрикционных металлокерамических материалов вагонной тормозной колодки на основе меди МЗ и железа Жб, которые имеют значительно более высокую износостойкость по сравнению со стандартными материалами вагонных тормозных колодок, а также в разработке конструкции и технологии изготовления тормозных колодок из этих материалов.

### **Общие замечания по диссертационной работе**

По представленной на отзыв диссертационной работе можно отметить следующие недостатки.

- 1) Материал, изложенный в разделах 2.7 и 2.8 диссертации и посвященный статистической обработке экспериментальных данных (с.48–56), носит описательный характер и без особого ущерба мог бы быть сокращен.
- 2) Предложенный автором подход проектирования фрикционного материала «снизу – вверх» (с. 79–82), основанный на раздельном исследовании влияния компонентов на свойства порошкового материала в целом, обоснованный отсутствием химического взаимодействия между компонентами, является, на мой взгляд, не совсем корректным, поскольку необходимо учитывать и изменение теплофизических свойств материала в зависимости от соотношения его компонентов.
- 3) В разделе 6.3 диссертационной работы (с.138–142) представлен материал, свидетельствующий о разработке рациональных технологических режимов спекания и последующей термической обработки порошкового материала. Данных об оптимизации параметров этих процессов не представлено.
- 4) В списке основных публикаций под номером 2 заявлена работа, посвященная исследованию механизмов изнашивания рельсов, однако в тексте диссертационной работы этих данных не представлено.

Давая оценку диссертационной работы в целом, следует признать, что работа оставляет хорошее впечатление, выполнена она достаточно квалифицированно и необходима для развития теории и практики в области материаловедения. Сделанные замечания имеют методологический и дискуссионный характер, не опровергают основных научных выводов и результатов работы, не снижают ее практической ценности.

## Закключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе содержатся научно обоснованные технические и технологические разработки в области создания новых материалов для изготовления тормозных колодок, имеющие существенное значение для развития и повышения эффективности железнодорожной отрасли страны. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Диссертационная работа написана ясно, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертационная работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Шакина А.В. достойна присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,  
заведующий лабораторией проблем  
металлотехнологий Института машиноведения  
и металлургии ДВО РАН  
681005. г. Комсомольск-на-Амуре, 12.08.2014 г.  
ул. Металлургов, д.5. <http://www.imim.ru>  
e-mail: [userman10@mail.ru](mailto:userman10@mail.ru)  
телефон/факс: (4217)549539

В.В.Черномас

**Подпись официального оппонента заверяю**

Заместитель директора по научной работе  
Института машиноведения и металлургии  
ДВО РАН, доктор технических наук



И.Г.Сапченко

12.08.2014 г.