

ОТЗЫВ

об автореферате диссертации Шкалея Ивана Владимировича
«Трибологические и механические свойства модифицированных вязкоупругих полимерных
материалов с микро- и наноразмерными поверхностными слоями»
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.3 Трение и износ в машинах

Диссертационная работа Шкалея Ивана Владимировича посвящена исследованию механизмов фрикционного взаимодействия перспективных поверхностно-модифицированных высокоэластичных полимерных материалов для выявления оптимальных модификаций, способствующих улучшению трибологических свойств сопряжений.

Актуальность и практическая значимость проведенного исследования обусловлена возрастающими требованиями к надежности и долговечности элементов конструкций, эксплуатируемых в условиях интенсивного термосилового воздействия, необходимостью улучшения трибологических свойств полимерных материалов, используемых в качестве уплотнений и в биомедицинских приложениях. Для оценки механических свойств поверхностных слоев или интегральных характеристик материалов актуальной является задача развития экспериментальных методов индентирования и расчетных моделей, описывающих этот процесс с учетом неоднородности полимерных материалов и их реологии. Кроме того, решаемая автором диссертационной работы. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при проектировании узлов трения, работающих в условиях низких температур, а также при создании новых типов полимерных покрытий с заданными фрикционными свойствами. Кроме того, сформулированные выводы о влиянии углеродных наполнителей (нанотрубок и фуллеренов) на реологию полиуретанов имеют как теоретическое, так и прикладное значение для биомедицинского материаловедения.

Наиболее значимым научным результатом, обладающим несомненной **научной новизной**, является разработка нового метода определения оптимальной толщины покрытия СВМПЭ на резине с учетом фрикционного нагрева и экспериментально подтвержденное для этого двухслойного материала снижение коэффициента трения в 2 раза (по сравнению с чистой резиной) при сохранении демпфирующих свойств.

Следует особо отметить высокий уровень культуры проведения экспериментальных исследований с использованием испытательного и измерительного оборудования с высокими метрологическими характеристиками. Автор продемонстрировал глубокое владение фундаментальными и прикладными аспектами рассматриваемой проблемы и кросс-дисциплинарные компетенции. Последнее позволило провести корректное научное обоснование, в том числе с привлечением результатов физико-математического моделирования, экспериментально установленных данных по коэффициенту трения вязкоупругих полимерных материалов при скольжении без смазки и закономерностей их изменения в зависимости от нагрузки, скорости и температуры.

По тексту автореферата возникли следующие **вопросы и замечания**, которые не снижают значимости результатов:

1. В тексте автореферата указывается, что ионно-плазменная обработка поверхности полиуретана приводит к образованию карбонизированного слоя толщиной 80 нм. Однако не приведены данные о сплошности и структуре, что позволило бы связать структурные и морфологические особенности с их влиянием на трение.

2. В автореферате приведены значения времен релаксации и ползучести. Для образца 1-Ф (с фуллеренами) отношение времен составляет около 6–7, для образца 1-Н (с нанотрубками) —

4–5, что указывает на существенную разницу между мгновенными и длительными свойствами. В тексте следовало бы дать физическое объяснение влияния наполнителей на реологию полиуретана.

Высказанные замечания и недостатки имеют частный характер, не затрагивают сути основных выводов и положений, выносимых на защиту, не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и квалификации ее автора. Результаты работы хорошо апробированы (доклаживались и обсуждались на Всероссийских и международных научных конференциях) и опубликованы в 5 статьях (5 статей опубликована в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ, включая 2 статьи — в журналах, индексируемых международной базой цитирования Scopus).

Считаю, что по уровню решаемых задач, объему выполненных исследований, обоснованности вынесенных на защиту положений и выводов, уровню достоверности, научной новизны и оригинальности полученных результатов, их значимости для науки и практики диссертационная работа Шкалея Ивана Владимировича соответствует паспорту специальности 2.5.3 Трение и износ в машинах и требованиям ВАК РФ (пункты 2, 7 и 16), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, в том числе – пп. II. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней ВАК Минобрнауки России». Диссертационная работа является завершенным научно-квалификационным исследованием, выполненным на высоком научном уровне, а ее автор — Шкалей Иван Владимирович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 Трение и износ в машинах.

Я, Зайцев Алексей Вячеславович даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, включения их в аттестационное дело Шкалея Ивана Владимировича и их дальнейшую обработку.

Доцент кафедры Механика композиционных материалов
и конструкций, кандидат физико-математических наук,
Федеральное государственное
автономное образовательное учреждение
высшего образования «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

 Зайцев Алексей Вячеславович

614990, г. Пермь,
Комсомольский проспект, д. 29,
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет,
www.pstu.ru
e-mail: a-zaitsev@mail.ru
тел.: +7 (342) 239–11–59

Дата написания отзыва 15 мая 2026 г.

Подпись А. В. Зайцева заверяю



Специалист по персоналу УК
Е.И. Овчинникова

