ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Азоян Анаид Иосиповны «Повышение эксплуатационных свойств функционального полимерного материала путем его модификации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 - «Трение и износ в машинах».

Актуальность работы диссертации предопределена выбором области науки, в которой преимущественно уделяется внимание прикладным исследованиям, в частности, у А.И. Азоян, направленными на увеличение срока эксплуатации тяжелонагруженных узлов трения и механизмов за счет использования разрабатываемых соискателем новых полимерных композиционных материалов. Наиболее важным в диссертации представляется разработка и внедрение технологии получения нового полимерного композита.

Одним из элементов научной новизны диссертационной работы Азоян А.И. является разработка КЭ модели для расчета напряженно-деформированного состояния и температур взаимодействующих тел в натурном узле трения. Следует отметить научную значимость работы в области изучения формирования вторичных структур, которые образуются в результате трения на металлической поверхности. Полученные данные выглядят весьма весомым вкладом в изучении механизма снижения трения у полимерных композитов.

О практической значимости диссертационной работы свидетельствуют стендовые испытания, проведенные в ООО «РостИнТех», которые подтвердили увеличение износостойкости модифицированного узла трения на 14–16 % в сравнении со стандартным узлом.

В качестве положительных качеств диссертационной работы следует отметить проведение опытов при помощи методики планирования экспериментов с использованием современного экспериментального оборудования, а также выполнение математического моделирования при помощи программных комплексов Maple и Ansys.

Стоит отметить, что результаты, полученные в диссертации, были апробированы на научно-технических конференциях. По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе 3 работы в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

В качестве замечаний к автореферату диссертационной работы отметим следующее:

1. В автореферате отсутствует информация, которая поясняет выбор армирующих полимер наполнителей, а именно шпинели металлов и фторопласта в качестве антифрикционной добавки. Так, например, довольно распространено армирование полимеров угле- или стекловолокном, сажей, графитом, молибденом и другими модификаторами, а с целью повышения допустимой температуры эксплуатации эпоксидной смолы часто используется кремний.

2. В качестве основы полимерного композита выбрана эпоксидная смола с температурой эксплуатации без наполнителей до 150 °С. Почему в работе не используются более стойкие к повышенной температуре полимеры, например, полиэфирэфиркетон с температурой эксплуатации без наполнителей до 250 °С? Отметим, что данный полимер может использоваться в 3D печати, а его модификации малыми добавками наполнителей (в том числе рассматриваемые соискателем) позволят в случае удачной разработки печатать тяжело нагруженные узлы трения под задачи производства.

3. На рис. 3а,б на правой нижней оси стоит обозначение а, при этом должно стоять обозначение нагрузки – P.

3. В тексте автореферата допущена вводящая в заблуждение неточность: “усилие на штифте было выбрано 0,5, 1,0, 1,5 Н”, должно быть: “усилие на шарик диаметром … было выбрано 0,5, 1,0, 1,5 Н”.

4. На рис. 5 продемонстрировано увеличение твердости и модуля упругости при добавлении фторопласта в композит (кривая 3) в сравнении с композитом с шпинелью без фторопласта (кривая 2). Почему наблюдается такое поведение? Кривая 3 на рис.5 должна быть

между кривой 1 и 2, тогда не будет противоречия с рис. 6.

5. Физико-механических характеристики композита определяются на наноинденторе при нагрузке 10 г на предположительно пирамиду Берковича (тип индентора не указан в автореферате). Почему выбраны малые нагрузки? Вопрос возникает из-за несогласованности рисунков 5 и 6, ответ на который мы предположительно знаем, но хотим услышать его от соискателя. Почему несогласованность между рисунками 5 и 6 должна исчезнуть при использовании больших нагрузок для определения физико-механических свойств данного композита методом индентирования?

6. На стр. 14 введен неизвестный нам термин “релаксационная твердость”. Что понимается под этим термином?

7. Было бы интересно “релаксационную твердость” заменить на общепринятую ползучесть путем смены индентора Берковича на индентор в виде штампа (если позволят держатели NanoTest600) и изучить ползучесть разработанного композита при более высоких температурах, например, до +250 °C.

В целом работа производит хорошее впечатление, а приведенные замечания носят дискуссионный характер и не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертационной работы.

Считаем, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, соответствует критериям пп. 9-11, 13, 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Азоян Анаид Иосиповна, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3 – трение и износ в машинах.

_____ Е.В. Торская _____А.В. Морозов

Я, Торская Елена Владимировна и Морозов Алексей Владимирович, даем согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

_____ Е.В. Торская _____А.В. Морозов

Торская Елена Владимировна, д.ф.-м.н. по специальности 01.02.04, профессор РАН, в.н.с. лаборатории трибологии ИПМех РАН, г. Москва, пр-т Вернадского 101-1, 8(495)434-20-31, torskaya@mail.ru

Морозов Алексей Владимирович, к.т.н. по специальности 05.02.04, с.н.с. лаборатории трибологии ИПМех РАН, г. Москва, пр-т Вернадского 101-1, 8(495)434-36-92, morozovalexei@mail.ru

Собственноручную подпись Е.В. Торской, А.В. Морозова заверяю
Ученый секретарь ИПМех РАН, к.ф.м.н.

_____М.А. Котов

13 02 2025