

### **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Воропаева Александра Ивановича  
«Исследование и разработка технологических принципов повышения  
функциональных характеристик трибосопряжений при использовании dlc-  
покрытий, стабилизированных азотом»,  
представленной на соискание учёной степени  
кандидата технических наук  
по специальности: 2.5.3 – Трение и износ в машинах.

Диссертационное исследование, представленное автором, посвящено актуальной и важной теме повышения функциональных характеристик трибосопряжений с использованием углеродных высоковакуумных покрытий семейства DLC (Diamond-Like Carbon), стабилизированных атомами азота. Актуальность работы заключается в установлении теоретических и экспериментальных закономерностей, что имеет значительное значение как для научного сообщества, так и для практического применения в промышленности.

Работа демонстрирует высокую научную новизну, особенно в контексте установления универсальных зависимостей между технологическими параметрами и свойствами DLC-покрытий. Использование методов машинного обучения и нейросетевых алгоритмов для прогнозирования свойств покрытий является современным подходом, который значительно увеличивает эффективность исследований. Это позволяет не только сократить количество необходимых экспериментов, но и более точно выделить ключевые параметры, влияющие на физико-механические характеристики покрытий.

Практическая значимость работы также заслуживает внимания. Разработанные принципы технологического обеспечения направлены на повышение надежности и безопасности работы механизма управления стабилизатором вертолета МИ-35. Рекомендации по применению комбинированных покрытий для различных условий эксплуатации подчеркивают адаптивность предложенных решений к реальным производственным задачам.

Структура автореферата логична и последовательна. Автор четко формулирует задачи исследования и последовательно демонстрирует их решение. Каждая из задач, включая исследование влияния стабилизации покрытий атомами азота и комбинированных покрытий на трибологические параметры, раскрыта с достаточной глубиной.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. При трибологических испытаниях в качестве контртела на стр. 10 указано, что использовался шарик из металлокерамики (WC-Co) без указания

таких его характеристик как: геометрический размер, шероховатость поверхности и его твердость.

2. Из текста автореферата не ясно при каких нагрузочно-скоростных режимах проводились трибологические испытания.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости проделанной работы.

В целом, диссертационное исследование представляет собой значимый вклад в область триботехники. Работа отличается высоким уровнем теоретической проработки и практической направленности, что делает ее актуальной для применения в современных производственных условиях. Рекомендуется дальнейшее внедрение полученных результатов в промышленность для повышения эффективности эксплуатации трибосистем.

Работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам, а её автор Воропаев Александр Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Д.ф.-м.н. (механика деформируемого твердого тела, 01.02.04)

профессор

Главный научный сотрудник

Институт математики, механики

и компьютерных наук им. Воровича И.И.

Южный федеральный университет



*М. Чебаков*  
Чебаков Михаил Иванович

Адрес: Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1

Тел. Моб. 89043421723

E-mail: michebakov@yandex.ru

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Личную подпись *Чебакова М.И.*

ЗАВЕРЕНО:

Главный специалист по управлению персоналом

*Суря / Подпись* *Чебакова М.И.*

«14» ноября 2024 г.