FACULTY
OF APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY
OF WEST BOHEMIA

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
Dissertation council D 212.268.04
Lenin Avenue, 40
634050 Tomsk, Russian Federation

DATE: September 6, 2016

Response to the abstract of the Candidate of Sciences (CSc.) thesis (Avtoreferat) of Krysina Olga Vasilevna
Institute of High Current Electronics, Sibirian Branch, Russian Academy of Sciences, 2/3 Akademicheskii Ave., Tomsk, 634055, Russia
entitled
"Generation of gas-metal plasma in low pressure arc discharges for synthesis of multicomponent nanocrystalline coatings".

The CSc. thesis of O.V.Krysina is devoted to a detail investigation of (i) the properties of the gas-metallic plasma generated in the arc evaporation system equipped with multi-element cathodes and (ii) the formation of the nanocrystalline protective coatings. This investigation is very important because the nanocrystalline coatings exhibit new properties, such as high hardness H, low elastic modulus E, high ratio H/E, high elastic recovery W_e, high thermal stability and enhanced resistance to oxidation (above 1000°C), low wear and low friction, etc., which make possible to form new advanced protective coatings, for instance, protective coatings on the cuttings tools operated at high cutting speeds or on the mechanical parts used in extreme conditions such as high temeperature (above 1000°C) and harsh environments.

O.V.Krysina obtained several new results. Main results can be summarized as follows

1. The generation of metallic and gas-metallic plasma in the arc evaporation systems equipped with one-element or multi-element cathodes and operating without and with assistance of an independent low-pressure gas discharge PINK (Plazmenyj Istocnik s Nakalenym Katodom) was investigated in detail.
2. For the first time it was demonstrated that the multi-element arc cathode makes it possible to deposit nanocrystalline multi-element hard nitride coating.
3. The nanocrystalline hard Ti-Cu-N nitride coating with 12 at.% Cu, high hardness H up to 45 GPa, low elastic recovery $W_e < 50\%$ and low H/E ratio (< 0.1), low friction $\mu = 0.2$, low wear (< 2.6 x 10^{-6} mm^3/Nm), high adhesion force (> 30 N), high thermal stability up to 1100°C and oxidation resistance up to 800°C were successfully deposited by the arc evaporation of Ti-Cu cathode with support of the gas discharge generated by PINK; here E is the Young's modulus.

The CSc. thesis of O.V.Krysina is of a high scientific value which not only contributes to widen the present state of knowledge in the field but also opens the way to form new advanced hard protective nanocrystalline coatings with unique properties. The obtained results are original, were published in (i) 8 refereed scientific papera, (ii) 1 monograph, and (iii) 1 chapter of the other monograph, and presented at 22 conferences in Russia, Belarus and Germany. The CSc. thesis of O.V.Krysina perfectly meets all demands required for the CSc. thesis. Based on these facts I recommend grant O.V.Krysina the scientific degree the Candidate of Technical Sciences.

Prof. Ing. Jindrich Musil, D.Sc.
Doctor of Sciences in Physics and Mathematics
Professor of Applied Physics
University of West Bohemia
Univerzitni 22, CZ – 306 14 Plzen
Czech Republic
E – mail: musil@kfy.zcu.cz

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
katedra fyziky

Откуда:
Факультет прикладных наук Университет Западной Богемии

Куда:
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники Диссертационный совет Д 212.268.04 пр-т Ленина, 40 634050 Томск, Российская Федерация

Дата: 6 сентября 2016 г.

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации
Крысиной Ольги Васильевны по теме «Генерация газометаллической плазмы в дуговых разрядах низкого давления для синтеза многокомпонентных нанокристаллических защитных покрытий»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук О.В. Крысиной посвящена детальному исследованию (i) параметров газометалличсекой плазмы, генерируемой при дуговом испарении в системе, оснащенной многоэлементным катодом, и (ii) формированию нанокристаллических защитных покрытий. Эти исследования очень важны, потому что нанокристаллические покрытия демонстрируют новые свойства, такие как высокая твердость H, низкий модуль упругости E, высокое значение отношения H/E, высокая степень упругого восстановления W_e, высокая термическая стабильность и повышенная стойкость к окислению (выше 1000°C), низкий износ и низкий коэффициент трения и др., которые делают возможным формирование новых современных защитных покрытий, например, нанесение защитных покрытий на режущие инструменты, работающие при высоких скоростях резания или на механические детали, используемые в экстремальных условиях, такие как высокая температура (выше 1000°C) и суровые атмосферные условия.

О.В. Крысина получила несколько новых результатов. Основные результаты могут быть суммированы, как следующие:

1) Были детально исследованы генерация металлической и газометаллической плазмы с помощью электродугового испарителя с моно- или полиэлементными катодами, работающего как без, так и вместе с плазменным источником на основе несамостоятельного разряда с накаленным и полым катодом «ПИНК».

2) Впервые было продемонстрировано, что дуга с многоэлементным катодом дает возможность осаждать нанокристаллические многокомпонентные твердые нитридные покрытия.

3) Нанокристаллические твердые Ti–Cu–N покрытия с 12 ат.%Cu, высокой твердостью H до 45 ГПа, степенью упругого восстановления W_e > 50 %, низким коэффициентом трения $\mu = 0{,}2$, низким износом (< $2{,}6\cdot10^{-6}$ мм^3/Н·м), высокой адгезионной прочностью (> 30 Н), высокой термической стабильностью до 1100 °C и стойкостью к окислению до 800 °C были успешно нанесены испарением Ti–Cu катода при ассистировании плазмой газового разряда «ПИНК»; здесь E – модуль Юнга.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук О.В. Крысиной имеет высокую научную ценность, которая вносит вклад не только в представленную область знаний, но также показывает способ формирования новых современных твердых защитных нанокристаллических покрытий с уникальными свойствами. Полученные результаты являются оригинальными и опубликованы в (i) 8 научных статьях реферируемых журналов, (ii) 1 монографии, (iii) 1 главе коллективной монографии, и представлены на 22 конференциях в России, Беларуси и Германии. Диссертация Крысиной О.В. полностью отвечает всем требованиям к кандидатским диссертациям. На основе этого факта рекомендую присудить О.В. Крысиной ученую степень кандидата технических наук.

Профессор Йиндрих Мусил,
Доктор физико-математических наук
Профессор прикладной физики
Университет Западной Богемии,
Университетская ул. 22,
CZ – 306 14 Плзень,
Чешская республика
E-mail: musil@kfy.zcu.cz

Заверено печатью кафедры физики факультета прикладных наук Университета Западной Богемии, г. Плзень