

## ОГЛАВЛЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

(2)

**на диссертационную работу Кенесбекова Айдара Бакытбекұлы  
«Разработка воздушно-плазменного способа нанесения износостойких  
покрытий на основе TiN на поверхности быстрорежущих сталей»,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)  
по специальности 6D072300 – «Техническая физика»**

Технологии воздушно-плазменного нанесения покрытий находят широкое применение в современных наукоемких отраслях промышленности для улучшения поверхностных свойств изделий. Для повышения качества, прочности и долговечности покрытий требуется непрерывное совершенствование технологий получения покрытий. Наибольший интерес представляет развитие технологий нанесения нитридных материалов с плотной структурой, отвечающих современным требованиям по защите поверхности изделий машиностроения, подвергающихся интенсивному износу в процессе эксплуатации. Основой таких материалов может являться нитрид титана TiN, обладающий высокой твердостью и хорошей износостойкостью. Однако, до сегодняшнего дня получение покрытия из нитрида титана TiN воздушно-плазменным методом не получило широкого распространения. Одним из сдерживающих факторов является сложность получения нитрида титана без окисления при высоких температурах нанесения покрытий. Оптимизация параметров воздушно-плазменного напыления и применение специального нового плазмотрона, который оснащен дополнительным каналом подачи защитного газа, может уменьшить процентное содержание оксида в составе покрытий. Исходя из этого, для совершенствования технологий получения покрытий на основе нитрида титана необходимо изучить природу процессов, определяющих формирование фазового состава и микроструктуры TiN покрытий в условиях воздушно-плазменного напыления. Таким образом, исследования, составляющие основу диссертации, являются очень важными и актуальными.

Диссертационная работа Кенесбекова А.Б. посвящена разработке воздушно-плазменного способа нанесения износостойких покрытий на основе TiN на поверхности быстрорежущих сталей.

Был разработан новый высокоресурсный плазмотрон для воздушно-плазменного напыления, который защищен патентом на изобретение «Плазмотрон для напыления» (№34334 опуб. 14.08.2020 г.). Впервые рассмотрены возможности применения воздушно-плазменного напыления для получения покрытий на основе нитрида титана. На основе оценки влияния основных параметров режима воздушно-плазменного напыления на структурно-фазовые состояния и свойства покрытий сделан обоснованный выбор рационального режима нанесения покрытий. На основе полученных данных разработан способ упрочнения режущих инструментов (фреза дисковая зуборезная по металлу и спиральное сверло по металлу) путем нанесения износостойких TiN покрытий методом воздушно-плазменного напыления.

Результаты диссертации могут быть использованы как практическая база для получения износостойких покрытий на режущих инструментах методом воздушно-плазменного напыления. Разработанный дуговой плазмотрон и полученные результаты можно рекомендовать для использования в промышленных условиях при плазменном напылении порошковых материалов. Результаты стендового испытания сверла с покрытием нитрида титана подтверждают работоспособность дугового плазмотрона. Результаты диссертационной работы также могут быть использованы образовательными организациями при подготовке студентов и магистрантов по направлениям «Физика», «Техническая физика» и «Материаловедение и технология новых материалов».

Диссертационная работа Кенесбекова А.Б. выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченное исследование. Результаты работы достаточно полно представлены в публикациях автора.

Считаю, что по объему, уровню исполнения, достоверности и научно-практической значимости полученных результатов, диссертационная работа Кенесбекова Айдара Бакытбекұлы отвечает всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования РК к PhD-диссертационным работам. Докторант вполне достоин присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 – «Техническая физика»

**Зарубежный научный консультант, PhD,**

**ассоц. Профессор Вроцлавский**

**университет науки и техники**

Тел: + 48 506 473 553

e-mail: [piotr.kowalewski@pwr.edu.pl](mailto:piotr.kowalewski@pwr.edu.pl)

**POLITECHNIKA WROCLAWSKA**  
**KATEDRA PODSTAW KONSTRUKCJI MASZYN**  
**I UKLADÓW MECHATRONICZNYCH**  
**(K61W10D07)**  
50-370 Wrocław, Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
tel. 71 320 27 10  
NIP 8960005851 (2)

**Piotr Kowalewski**



**Zastępca Kierownika**  
**Katedry Podstaw Konstrukcji Maszyn**  
**i Układów Mechatronicznych**

**dr inż. Piotr Kowalewski**  
(1)

Wrocław University of Science  
and Technology  
Faculty of Mechanical Engineering  
Department of Fundamentals  
of Machine Design and Mechatronic Systems

*dr hab. inż. Piotr Kowalewski prof. uczelni*