

Отзыв

на автореферат диссертации Жирухина Дениса Александровича
«Разработка процессов активации поверхности титана и химического
нанесения никеля», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальностям 2.6.17 – Материаловедение,
2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Титан и его сплавы применяются в качестве конструкционного материала в различных отраслях промышленности, что обусловлено совокупностью его механических и физико-химических свойств.

По сравнению со сталью, алюминием, медью и их сплавами, титан обладает большей коррозионной устойчивостью за счет образования на поверхности плотной пленки оксидов. Титан обладает высоким удельным электрическим сопротивлением ($\rho = 0,58 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$), что в ряде случаев приводит к необходимости гальванического или химического нанесения металлических покрытий с более высокой электропроводностью (медь, серебро). Нанесение гальванических покрытий позволяет значительно расширить сферу использования изделий из титана. Высокая склонность титана к пассивации осложняет процесс предварительной подготовки его поверхности к нанесению покрытий и приводит к необходимости применения большого количества промежуточных операций для обеспечения надежного сцепления покрытия с основой.

В зависимости от типа сплава титана подбирается соответствующий вариант подготовки поверхности. Применение кислотных растворов приводит к растравлению поверхности и образованию шлама, а накопление водорода в кристаллической структуре титана - к существенному ухудшению его механических свойств. Другим способом подготовки поверхности является цементация (контактное осаждение цинка и никеля) на предварительно обработанном титане, но из-за сложности используемых составов такой вид подготовки применяют значительно реже. В этой связи разработка процессов активации поверхности титана и химического нанесения никеля является **актуальной задачей**.

Научная новизна работы заключается в комплексе исследований и фактическом материале по разработке технологии процессов активации поверхности титана и химического осаждения покрытий никелем, который является новым как в области технологии электрохимических процессов, так и области материаловедения.

1. Впервые установлена связь между величиной адгезии никель-фосфорного покрытия к титановой основе и составом поверхностной пленки оксида титана. Показано, что образование на поверхности нестехиометрических оксидов титана (TiO_x , $x < 2$) способствует наилучшему сцеплению осаждаемого никелевого покрытия с титановой основой.
2. Впервые показано, что предложенный способ модификации поверхностной пленки на титане способствует химическому осаждению никеля при более низких температурах.

Практическая значимость предложен нового состава раствора, позволяющий проводить процесс активации поверхности титана ВТ1-0 и его сплава ОТ4-1 для нанесения гальванических или химических покрытий с высокой адгезией. Разработан раствор для химического никелирования титана, обеспечивающий высокую адгезию (патент № RU 2762733 С1). Данные процессы внедрены на ООО ПК «НПП СЭМ.М», г. Москва; ООО «Специальные покрытия», г. Королев. Основные результаты диссертации достаточно полно изложены в 10 печатных работах: опубликованных в рецензируемых научных журналах (из перечней Минобрнауки России) – 2; 1 – опубликована в научном журнале, индексируемом в международной базе Scopus и WoS; патентов РФ – 1. Результаты работы неоднократно

обсуждались на Международных и Всероссийских научно-технических и научно-практических конференциях и получили одобрение ведущих специалистов.

По работе имеются незначительные вопросы и замечания

1. Названия органических кислот необходимо приводить по международной номенклатуре ИЮПАК.
2. Наводороживание титана ВТ1-0 и его сплава ОТ4-1 не совсем полно описаны зависимостью на экспериментальных графиках (рис.6,7), в работе было бы интересно сравнить данную методику с другими существующими методиками определения наводороживания титана и его сплавов.

Отмеченные замечания не влияют на важность и достоверность полученных автором результатов и имеют дискуссионный характер.

Считаю, что диссертационная работа Жирухина Д.А. «Разработка процессов активации поверхности титана и химического нанесения никеля» является оригинальной и представляет собой законченное научное исследование

По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости работа **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Жирухин** Денис Александрович **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.17 Материаловедение, 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Белашова Ирина Станиславовна, доктор технических наук
(2.6.17- Материаловедение), профессор кафедры
«Перспективные материалы и технологии
аэрокосмического назначения»,

Московский авиационный институт (национального исследовательский университет), профессор. Irina455@inbox.ru

Подпись Белашовой И. С. заверяю

*Директор ин-та №9 МАИ
Рабчинский А.Н.
02.12.22*

