

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **МАЛЫШЕВА Игоря Викторовича** «Zr- и Ce-содержащие оксидные покрытия на титане: закономерности формирования, состав, строение, морфология поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия

Возможности метода плазменно-электролитического или микродугового оксидирования достаточно широки, как в плане формирования многофункциональных покрытий на сплавах вентильных и иных металлов, так и направленного синтеза новых материалов на обрабатываемой поверхности. В этой связи, работа Малышева И.В., направленная на исследования, связанные с изучением закономерностей формирования, состава и строения Zr- и Ce-содержащих покрытий на титане, представляет собой значительный научный и практический интерес.

Диссертантом впервые установлены зависимости влияния плотности тока и длительности обработки на рост, толщину, морфологию, элементный и фазовый состав покрытий, формируемых на титане в электролитах с $Zr(SO_4)_2$ и $Zr(SO_4)_2+Ce_2(SO_4)_3$, выявлено неоднородное распределение циркония и титана по толщине покрытия: концентрация циркония в приповерхностном слое в несколько раз выше, чем в глубине покрытия.

Автором показано, что среднее содержание церия (2,4-3,0 ат.%) в покрытии не зависит от соотношения солей Zr(IV) и Ce(III) в электролите, при этом церий неоднородно распределен по поверхности, преимущественно в дефектных местах и в двух степенях окисления Ce^{3+} (~30%) и Ce^{4+} (~70%).

Установлено наличие нанообъектов (вискеров), состоящих из титана и циркония, которые по данным электронно-микроскопических исследований могут быть центрами кристаллизации оксидов титана на поверхности покрытий.

Установленные автором закономерности позволяют формировать на титане сложные оксидные композиции определенной толщины и с заданным соотношением оксидов, и важны при практическом применении композитов типа ZrO_2+TiO_2/Ti и $ZrO_2+CeO_x+TiO_2/Ti$. Опыт применения соединений церия может служить основой для разработки способов введения в состав покрытий других лантаноидов.

Практическое применение в средствах противокоррозионной защиты могут найти покрытия на титане, сформированные в электролите с сульфатами циркония и церия с мольным соотношением $Zr(IV):Ce(III) = 1:3$. А композиты ZrO_2+TiO_2/Ti и $ZrO_2+CeO_x+TiO_2/Ti$ могут быть использованы в качестве носителей катализаторов, например, для очистки выхлопных газов. Новизна разработанной технологии подтверждается патентом РФ на изобретение №24675047.

Композиции с гидроксипатитом кальция, фосфатом кальция и оксидом циркония весьма перспективны для испытаний в качестве биосовместимых покрытий на титановых имплантатах.

По материалам диссертации опубликовано 16 научных трудов, из которых 8 статей входят в перечень рецензируемых публикаций ВАК, 1 патент РФ на изобретение, 7 публикаций в виде тезисов докладов российских и международных конференций.

По автореферату диссертационной работы есть замечания. В п.2 Основных выводов указывается, что варьируя количеством пропущенного электричества

можно получать покрытия различной толщины (вплоть до 200 мкм). В работе же все исследования выполнены для покрытий незначительной толщины – от 2 до 20 мкм. При этом указывается, что обогащение соединениями циркония и церия происходит в основном в зоне поверхностного слоя толщиной 6-9% от общей толщины покрытия. Однако, в автореферате этот интересный факт и по какому механизму происходит такое обогащение никак не объясняется.

Автором не исследованы адгезия и механические свойства покрытий (например, микротвердость), которые могли бы дать более емкое представление о формируемых композитах.

Указанные недостатки, тем не менее, не снижают ценности и значимости проделанной работы.

Оценивая в целом работу Малышева И.В., можно отметить, что она имеет научную новизну и практическую ценность, выполнена на высоком уровне, имеет практическое применение и отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобразования РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Малышев И.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия

**Профессор РГУ нефти и газа
(НИУ) имени И.М. Губкина,
доктор технических наук**

Владимир Николаевич Малышев

05 октября 2017 г.

Малышев Владимир Николаевич, доктор технических наук по специальностям 05.02.04 – Трение и износ в машинах; 05.02.01 – Материаловедение в машиностроении, доцент, профессор кафедры трибологии и технологий ремонта нефтегазового оборудования

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина»

119991, г. Москва, Ленинский проспект, 65, корп. 1

Тел. +7499-507-8410 доб.4044

E-mail: vmal@inbox.ru

**Подпись Малышева В.Н. зав
Нач-к ОК РГУ нефти и газа (НИУ
имени И.М. Губкина**

иряев)