

DOI: 10.6060/ivkkt.20206308.6212

УДК: 621.357.7

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Е.Г. Винокуров, Л.Н. Марголин, В.В. Фарафонов

Евгений Геннадиевич Винокуров*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., 9, Москва, Российская Федерация, 125047

Отдел научной информации по проблемам химии и химической технологии, ВИНТИ РАН, ул. Усиевича, 20, Москва, Российская Федерация, 125190

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина, Ленинский пр-т., 31, к.4, Москва, Российская Федерация, 119071

E-mail: vin-62@mail.ru*

Лев Нисонович Марголин, Владимир Викторович Фарафонов

Отдел научной информации по проблемам химии и химической технологии, ВИНТИ РАН, ул. Усиевича, 20, Москва, Российская Федерация, 125190

E-mail: margolinln@mail.ru, vvf-46@mail.ru

Гальванические покрытия на протяжении многих лет привлекают внимание в качестве объекта исследований как с теоретической, так и с практической точек зрения. Относительно новым направлением в гальванотехнике является получение композиционных покрытий, основу которых составляют металлические матрицы и дисперсные фазы разной природы. Введение в электролит для совместного электрохимического осаждения микро-, наночастиц оксидов, карбидов, нитридов, полимеров и др. позволяет регулировать структуру, состав, свойства покрытий, снабжая их новыми характеристиками. Как показал анализ публикаций по этой тематике в Базе данных ВИНТИ РАН, систематические исследования в этой области осуществляются на протяжении приблизительно двадцати лет и интерес к ним не снижается. Системой запросов из массива опубликованных документов отобраны и обобщены все известные на данный момент комбинации металлическая матрица/дисперсная фаза и сведения об их свойствах (коррозионное поведение, износостойкость, микротвердость, устойчивость к высокотемпературному окислению, жаростойкость, структурные и адгезионные характеристики). Результаты представлены в виде таблиц и снабжены ссылками на оригинальные работы. Проведенный анализ полученной проблемно-ориентированной базы данных показал, что за период 2000-2019 гг. описано не более 15-20% возможных сочетаний, а глубоко изучено и доведено до практического использования еще меньшее количество композиционных покрытий. Представленный материал позволяет в наглядной и удобной для поиска исходной информации форме проводить анализ перспективных направлений исследований. Обзор основан на более чем 400 ссылках на журнальные статьи, исходная база по композиционным гальваническим покрытиям содержит 1650 источников (патенты, доклады, краткие сообщения, депонированные рукописи и др.), которые могут представлять интерес как обширный справочный материал.

Ключевые слова: покрытия композиционные, покрытия гальванические, матрица, дисперсная фаза, база данных, ретроспективный анализ

ELECTRODEPOSITION OF COMPOSITE COATINGS

E.G. Vinokurov, L.N. Margolin, V.V. Farafonov

Evgeny G. Vinokurov*

Russian University of Chemical Technology D.I. Mendeleev, Miusskaya sqr., 9, Moscow, 125047, Russia
Department of Scientific Information on Problems of Chemistry and Chemical Technology, VINITI of RAS, Usievicha st., 20, Moscow, 125190, Russia
Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry named after A.N. Frumkin, Leninsky ave., 31, bld. 4, Moscow, 119071, Russia
E-mail: vin-62@mail.ru*

Lev N. Margolin, Vladimir V. Farafonov

Department of Scientific Information on Problems of Chemistry and Chemical Technology, VINITI of RAS, Usievicha st., 20, Moscow, 125190, Russia
E-mail: margolinln@mail.ru, vvf-46@mail.ru

Galvanic coatings have been attracting attention for many years as an object of research from both theoretical and practical points of view. A relatively new direction in electroplating is the production of composite coatings, which are based on metal matrices and dispersed phases of different nature. Introduction to the electrolyte for joint electrochemical deposition of micro -, nanoparticles of oxides, carbides, nitrides, polymers, etc. allows you to adjust the structure, composition, properties of coatings, providing them with new characteristics. As shown by the analysis of publications on this topic in the VINITI RAS Database, systematic research in this area has been carried out for about twenty years and interest in them has not decreased. The system of queries from the array of published documents selected and summarized all currently known combinations of metal matrix/dispersed phase and information about their properties (corrosion behavior, wear resistance, microhardness, resistance to high-temperature oxidation, heat resistance, structural and adhesive characteristics). The results are presented in the form of tables and are provided with links to the original works. The analysis of the obtained problem-oriented database showed that for the period 2000-2019, no more than 15-20% of possible combinations were described, and an even smaller number of composite coatings were studied in depth and brought to practical use. The presented material makes it possible to analyze promising areas of research in a clear and easy to find source information form. The review is based on more than 400 references to journal articles. The original database on composite electroplating contains 1650 sources (patents, reports, brief reports, deposited manuscripts, etc.) that may be of interest as an extensive reference material.

Key words: coating composition, coating electroplating, matrix, dispersed phase, database, retrospective analysis

Для цитирования:

Винокуров Е.Г., Марголин Л.Н., Фарафонов В.В. Электроосаждение композиционных покрытий. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2020. Т. 63. Вып. 8. С. 4–38

For citation:

Vinokurov E.G., Margolin L.N., Farafonov V.V. Electrodeposition of composite coatings. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* [Russ. J. Chem. & Chem. Tech.]. 2020. V. 63. N 8. P. 4–38

Прошло более 180 лет с момента получения первого гальванического покрытия, но интерес к электроосаждению металлов, как способу защиты от вредного воздействия среды, ни в практическом, ни в теоретическом плане не ослабевает. Поддержанию интереса несомненно способствуют технологические возможности метода при относительной простоте регулирования структуры и свойств конечного продукта. Спектр

интересов исследователей широк, о чем свидетельствуют ежегодные информационные обзоры [1-5], содержащие сведения о публикациях в 20-30 основных журналах по гальванотехнике. Более 10 лет эти материалы, основанные на анализе 600-700 статей, давали возможность следить за изменениями тематики и приоритетами в этой научной сфере. Одним из направлений регулирования структуры, состава и свойств покрытий является

электроосаждение композиционных покрытий (КП) с металлической матрицей. К сожалению, в обзорах очень мало места занимали работы российских ученых, которые активно занимаются разработкой новых систем, обладающих повышенной твердостью, износостойкостью, коррозионной устойчивостью, паяемостью, улучшенными электрическими и другими эксплуатационными характеристиками.

Цель настоящего обзора – систематизировать данные о полученных за 2000-2019 гг. электрохимическим методом металломатричных КП в зависимости от природы металла и дисперсной фазы, выявить не исследованные системы, а также проследить, как в течение статистически значимого периода возникали, углублялись одни направления исследований и исчезали другие, т.е. происходило структурирование и формулировалась перспективность поиска новых решений.

Проведенный анализ публикаций, отраженных в Базах данных ВИНТИ РАН, показал, что получение композиционных гальванических покрытий является одним из приоритетных направлений современной гальванотехники. Процесс получения КП основан на совместном сосаждении из электролитов металлов (сплавов), являющихся матрицей, и различных дисперсных частиц, которые меняют, иногда весьма существенно, эксплуатационные характеристики и придают им новые качества. Для решения поставленной задачи проведен анализ составов КП с использованием системы запросов в доступные базы данных ВИНТИ.

По запросу «гальванические покрытия композиционные» за период 2000-2018 гг. получено 1655 документов. В выбранный период число публикаций по этой тематике оставалось стабильно высоким, составляя в среднем более 85 в год. Для сравнения в БД SCOPUS за период с 2009 по 2018 г. по запросу «electrodeposited composite coating» получены 322 ссылки на статьи, доклады и патенты, т.е. чуть более 32 публикаций в год.

Для последующего анализа из массива БД ВИНТИ нами были исключены 233 документа, включающие сборники тезисов докладов и трудов различных конференций и семинаров всех уровней, авторефераты диссертаций и 349 патентов и заявок на изобретения (в силу расширенного толкования предмета изобретения). Дополнительный анализ исключенных документов показал, что их отсутствие сказалось лишь на объеме информации, но не на полноте сведений о компонентах композиционных покрытий.

После исключения вышеуказанных типов документов число публикаций по тематике КП в

течение 20 лет также оставалось стабильно высоким (табл. 1), и с небольшими колебаниями оно составляло в среднем 24 научных статьи в год.

Таблица 1

Динамика изменения числа научных статей по композиционным покрытиям в БД ВИНТИ
Table 1. The dynamics of changes in the number of scientific articles on composite coatings in the VINITI database

| Период, годы | 2000-2003 | 2004-2008 | 2009-2013 | 2014-2018 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Число публикаций | 61 | 124 | 115 | 118 |
| Среднее число публикаций за год | 15 | 24,8 | 23 | 23,6 |

В базе данных SCOPUS за период с 2008 по 2018 г. содержится 312 документов всех типов (статьи, доклады, патенты), около половины всех публикаций по КП приходится на китайских ученых, больше 25% на Индию и Иран. Из остальной четверти практически в равных долях отражены научные статьи авторов из США и европейских стран, и только 4 аффилированы с Россией. В БД ВИНТИ за аналогичный десятилетний период из более 800 статей, докладов, патентов представителям китайских школ по гальванике принадлежало более 40%, 25% ученым из России и стран бывшего СССР, остальное Индия, арабские страны, Польша и Германия. Обращает на себя внимание факт снижения во всех ведущих англоязычных журналах по этой тематике числа публикаций авторов из США и некоторых европейских школ, что вовсе не означает падение интереса к КП и отсутствие перспективности у этого научного направления. Очевидно смещение центров проведения современных глубоких исследований высокого уровня по этой тематике в Китай, Индию, Иран.

Таким образом, количественно и качественно БД ВИНТИ содержит достаточно материала для реализации поставленной нами цели, но при этом она содержит более полную информацию о публикациях в неанглоязычных изданиях, в т.ч. научных статьях на русском языке, который наиболее часто используется на постсоветском пространстве.

Статьи обзорного характера по КП [6-19] публиковались в 2005-2015 гг. и касались, как правило, конкретных систем. В обзорах [6-11, 18, 19] содержатся сведения об электрохимически полученных и исследованных КП, которые посвящены применению нанопорошков в производстве гальванических покрытий, применению КП на основе хрома для повышения износостойкости пар трения, достижениям в получении коррозионностойких покрытий на основе сплава магния и цинка, многослойным гальваническим материа-

лам, масштабированию процесса электроосаждения нанокompозитных покрытий, анализу данных о композиционных покрытиях с дисперсной фазой, состоящей из микро- и наночастиц. В ряде обзоров [12-15] проанализированы достижения по изучению механизма формирования КП, их структуры, состава, способов получения. Обзорные статьи E. Vrooman [16, 17] посвящены успехам в замене хромовых покрытий гальваническими наноструктурированными и нанокompозитными покрытиями.

Представленные обзорные материалы охватывают очень узкий спектр тематики по гальваническим КП и не дают представления о возможностях метода. Учитывая двухкомпонентный состав КП, нам представлялось целесообразным не только составить максимально полный перечень исследованных металлических матриц (ММ) (табл. 2) и дисперсных фаз (ДФ) (табл. 3), но и показать, как природа металла и дисперсных частиц влияла на частоту и полноту их исследования. В табл. 4-9 собраны и подкреплены соответствующими библиографическими ссылками данные об абсолютном большинстве известных из литературы сочетаний ММ/ДФ. Приведенные таблицы, благодаря системе ссылок на оригинальные журнальные статьи, позволяют быстро получить информацию по составу конкретных КП и наглядно (в виде незаполненных ячеек таблиц) оценить количество неисследованных систем за указанный период. Возможно, эти сведения инициируют проведение новых работ, которые с высокой вероятностью могут оказаться пионерскими и будут способствовать развитию в области химии и наук о материалах, в частности, электроосаждения металломатричных композиционных покрытий, что соответствует цели этого обзора.

В табл. 2 представлены данные о распределении публикаций в научных журналах за 2000-2018 гг. в зависимости от природы ММ. Согласно этим сведениям, большинство исследований посвящено получению КП с никелевой матрицей. Второй по частоте упоминания является матрица на основе сплавов. Основой около 70% этих сплавов также является никель.

Следует отметить, что в анализируемый период приоритеты в части выбора природы металлической матрицы из года в год оставались практически неизменными. Возможно, что к моменту начала работ по созданию КП никелевые покрытия с теоретической и технологической позиций были наиболее изученными объектами со свойствами, обеспечивающими их практическое использование.

В табл. 3 представлены данные о распределении опубликованных результатов исследований КП с дисперсными фазами различной природы. Очевидно, что приоритеты отданы оксидам, карбидам и различным модификациям углерода. Вероятно, такое распределение связано не только с их доступностью, изученностью, но и с тем, что они наиболее эффективно влияют на коррозионную стойкость, износостойкость и микротвердость получаемых гальванических покрытий. Из заявленных в большинстве анализируемых научных работ целей исследований следует, что улучшение именно этих показателей являлось приоритетным, что подтверждают данные табл. 10-15.

Таблица 2
Распределение публикаций (научных статей) по КП в зависимости от природы металлической матрицы
Table 2. Distribution of publications (journal articles) by KP depending on the nature of the metal matrix

| Металлическая матрица | Количество публикаций | % от общ.ч. |
|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Ni | 156 | 39,0 |
| Zn | 31 | 7,5 |
| Cu | 23 | 5,75 |
| Cr | 23 | 5,75 |
| Fe | 14 | 3,0 |
| Ag | 7 | 1,5 |
| Au | 5 | 1,25 |
| Sn | 5 | 1,25 |
| Co | 3 | 0,75 |
| Pb | 3 | 0,75 |
| Ti | 2 | 0,5 |
| Mg | 2 | 0,5 |
| W | 1 | > 0,5 |
| Mo | 1 | > 0,5 |
| Ir | 1 | > 0,5 |
| Pt | 1 | > 0,5 |
| Сплавы | 122 | 30,5 |

Таблица 3
Распределение публикаций (журнальных статей) по КП в зависимости от природоы дисперсной фазы
Table 3. Distribution of publications (journal articles) by KP depending on the nature of the dispersed phase

| Дисперсные фазы | Количество публикаций | % от общ. ч. |
|-----------------|-----------------------|--------------|
| Оксиды | 150 | 37,0 |
| Карбиды | 63 | 17,0 |
| Углерод | 75 | 19,0 |
| Металлы | 51 | 13,0 |
| Нитриды | 12 | 3,2 |
| Сульфиды | 5 | 1,3 |
| Полимеры | 24 | 6,0 |
| Другие | 14 | 3,5 |

Ниже в табл. 4-9 перечислены все описанные и наиболее исследованные в 2000-2019 гг. пары матрица-дисперсная фаза со ссылками на

оригинальные статьи в отечественных и зарубежных журналах.

Таблица 4

Систематизированные сведения об исследованных КП с оксидной ДФ
Table 4. Systematic information about the studied composite coatings with oxide disperse phase

| Матрица | Дисперсная фаза | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Al | Ti | Zr | Ce | Y | Si | Ge | W | La | Cu | Ni | Mn | Bi | V | Sn | Cr | Cd |
| Ni | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | | | | | | | | |
| Ni-Co | A10 | | A11 | | | A12 | | | | | | | | | | | |
| Ni-Zn | A13 | A14 | | | | A15 | | | | A16 | | | | | | | |
| Ni-W | A17 | | A18 | | | A19 | | | | | | | | | | | |
| Ni-P | A20 | | | | | A21 | | | | | A22 | | | | | | |
| Ni-Fe | A23 | A24 | | A25 | | | | | | | | | | | | | |
| Ni-Al | | | | A26 | | | | | | | | | | | | | |
| Ni-Mo | | | | | | A27 | | | | | | | | | | | |
| Ni-P-Cr | | A28 | A29 | | | | | | | | | | | | | | |
| Ni-P-W | A30 | | | A31 | | A32 | | | | | | | | | | | |
| Ni-Zn-P | | A33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ni-W-B | | | A34 | | | | | | | | | | | | | | |
| Ni-Re | A35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Co | | | | A36 | | | | | | | | | | | | | |
| Au | A37 | | | | A38 | A39 | | | | | | A40 | A41 | | | | |
| Cu | A42 | A43 | A44 | | | | | | | | | | | | A45 | | |
| Fe | A46 | | A47 | | A48 | A49 | | | | | | | | | | A50 | |
| Zn | A51 | A52 | A53 | A54 | | A55 | | | | | | | | A56 | | | |
| W | | A57 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cr | A58 | | A59 | A60 | | A61 | | | | | | | | | | A62 | |
| Pb | | A63 | A64 | | | A65 | | | | | | | | | | | |
| Fe-Co | A66 | | | | | A67 | | | | | | | | | | | |
| Cu-Sn | A68 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cr-Fe | | | A69 | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn-Co | | A70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn-Fe | | | | | | A71 | | | | | | | | | | | |
| Zn-Co-Cr | | | | | | A72 | | | | | | | | | | | |
| Ti-PbO | | | | | | | | | | | | | | | | A73 | |
| УНТ | | | | | | | | | | | | | | | | | A74 |

A1: [22-24, 29, 33, 36, 39, 43, 47-49, 51, 53-55, 58, 64, 65, 67, 70-72]; **A2:** [21, 24, 30, 32, 38, 40, 48, 50, 52, 60, 62, 66, 70]; **A3:** [20, 25, 42, 47, 61, 73]; **A4:** [26, 35, 37, 41, 44, 45, 57]; **A5:** [27, 47]; **A6:** [24, 28, 31, 46, 56, 59, 68, 69, 72]; **A7:** [34]; **A8:** [63]; **A9:** [74]; **A10:** [77, 84-86, 110]; **A11:** [80, 97]; **A12:** [75]; **A13:** [76, 83]; **A14:** [88]; **A15:** [79, 104, 106]; **A16:** [82]; **A17:** [78]; **A18:** [81, 91, 92, 98, 105]; **A19:** [99]; **A20:** [85, 87, 113, 409]; **A21:** [109, 115]; **A22:** [111]; **A23:** [112]; **A24:** [93]; **A25:** [101, 103]; **A26:** [101, 103]; **A27:** [102]; **A28:** [94, 95]; **A29:** [95]; **A30:** [96]; **A31:** [90]; **A32:** [90]; **A33:** [89]; **A34:** [108, 114]; **A35:** [107]; **A36:** [119]; **A37:** [142, 151]; **A38:** [125]; **A39:** [142, 148]; **A40:** [118]; **A41:** [121]; **A42:** [117, 134]; **A43:** [147]; **A44:** [116, 149]; **A45:** [128]; **A46:** [130, 140, 145, 150, 153]; **A47:** [120, 162]; **A48:** [120]; **A49:** [140]; **A50:** [143]; **A51:** [132, 151]; **A52:** [126, 131, 155]; **A53:** [124, 129, 132]; **A54:** [124, 146]; **A55:** [133]; **A56:** [122]; **A57:** [123]; **A58:** [135, 137-139]; **A59:** [136]; **A60:** [141, 144]; **A61:** [166]; **A62:** [141]; **A63:** [127]; **A64:** [127, 152]; **A65:** [152]; **A66:** [140]; **A67:** [140]; **A68:** [154]; **A69:** [158]; **A70:** [164, 165]; **A71:** [160, 163]; **A72:** [159]; **A73:** [157]; **A74:** [155].

Как видно из приведенных данных, наиболее изученными являлись оксиды алюминия, кремния, титана, циркония и церия. При этом описаны получение и характеристики покрытий только с 15% из рассматриваемых комбинаций ММ/ДФ. Обращает на себя внимание факт слабого исследования систем с оксидами хрома (всего

три работы [141, 143, 157]) в качестве дисперсной фазы, что сравнимо с такими «экзотическими» добавками как монтмориллонит [392], слюда [395], пыль зола [404].

Наиболее часто в качестве карбидной дисперсной фазы в КП использовали SiC. Менее изу-

чены системы с другими карбидами, а число описанных сочетаний металл/карбид в покрытиях составило около 24%. Эта цифра была бы еще ниже,

если бы в представленный в таблице список были добавлены известные карбиды, которые используются как самостоятельные покрытия.

Таблица 5

Систематизированные сведения об исследованных КП с карбидной ДФ
 Table 5. Systematized information on the studied composite coatings with carbide disperse phase

| Матрица | Дисперсная фаза | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------|-----|-----|-----|--------------------------------|------------------|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|
| | SiC | TiC | WC | NiC | Cr ₃ C ₂ | B ₄ C | ZrC | B ₄ C+MoS ₂ | B ₄ C+CeO ₂ | WC+PAN |
| Ni | B1 | B2 | B3 | B4 | | B5 | | | | |
| Ni-Cu | | | | | | B6 | | | | |
| Ni-Cr | | | | | B7 | | | | | |
| Ni-Co | B8 | | | | B9 | | B10 | | | |
| Ni-W | | | B11 | | | | | | | |
| Ni-P | B12 | | | | | | | | | |
| Ni-W-P | B13 | | | | | | | | | |
| Ni-W-B | B14 | | | | | | | B15 | B16 | |
| Ni-W-Co | B17 | | | | | | | | | |
| Ni-RE-W-B | B18 | | | | | | | | | |
| Zn | B19 | B20 | | | | | | | | |
| Co | B21 | | | | | | | | | |
| Cu | B22 | | B23 | | | | | | | |
| Pb | | | B24 | | | | | | | B25 |
| Fe | B26 | | | | | B27 | | | | |
| Mg | B28 | | | | | | | | | |
| Au-Cu | | | | | | B29 | | | | |

B1: [167, 169, 172-179, 182-191]; **B2:** [168, 170]; **B3:** [171]; **B4:** [180, 181]; **B5:** [182]; **B6:** [192]; **B7:** [193]; **B8:** [196, 200, 202, 207, 210, 213]; **B9:** [194]; **B10:** [198]; **B11:** [195]; **B12:** [197, 199, 201, 203, 205, 208, 212]; **B13:** [204, 206, 215]; **B14:** [209]; **B15:** [216]; **B16:** [209, 211]; **B17:** [217]; **B18:** [214]; **B19:** [220, 221]; **B20:** [218]; **B21:** [219, 225]; **B22:** [222]; **B23:** [226]; **B24:** [223]; **B25:** [223]; **B26:** [228]; **B27:** [224]; **B28:** [227]; **B29:** [229].

Таблица 6

Систематизированные сведения об исследованных КП с углеродной ДФ
 Table 6. Systematic information on the studied composite coatings with carbon disperse phase

| Матрица | Дисперсная фаза | | | | | | | | |
|---------|-----------------|---------------|-------|-----------------------|--------------------|---------|------|--------|----------|
| | Графен | Оксид графена | Алмаз | Углеродные нанотрубки | Углеродные волокна | Углерод | Сажа | Графит | Фуллерен |
| Ni | C1 | | C2 | C3 | C4 | C5 | | C6 | C7 |
| Cr | | | C8 | C9 | | | | C10 | |
| Zn | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | | | C16 | |
| Ag | | | C17 | C18 | | | | C19 | |
| Pt | | | | | | | C20 | | |
| Cu | | | C21 | C22 | | | C23 | C24 | |
| Sn | C25 | | C26 | | | | | | |
| Mg | | | | C27 | | | | | |
| Ni-Zn | | | | C28 | | | | | |
| Ni-W | | | | C29 | | | | | |
| Ni-P | | | C30 | C31 | | | | C32 | |
| Ni-B | | | C33 | | | | | | |
| Sn-Co | C34 | | | | | | | | |
| Pb-Sn | | | | C35 | | | | | |
| Sn-Bi | | | C36 | | | | | | |

C1: [281, 282]; **C2:** [283, 287, 288, 290, 291, 293, 297, 298, 341]; **C3:** [285, 289, 294, 296, 299-301]; **C4:** [286]; **C5:** [295]; **C6:** [284, 292]; **C7:** [410, 411, 412]; **C8:** [297, 313, 318, 335, 337, 342, 346, 348, 350]; **C9:** [312, 408]; **C10:** [312]; **C11:** [320]; **C12:** [311]; **C13:** [331, 344, 347, 349]; **C14:** [314, 328, 336]; **C15:** [314]; **C16:** [321]; **C17:** [326, 343, 345]; **C18:** [322]; **C19:** [319]; **C20:** [315]; **C21:** [317, 323, 329, 339, 349]; **C22:** [316, 325, 330, 333]; **C23:** [325]; **C24:** [338]; **C25:** [324]; **C26:** [340, 349]; **C27:** [334]; **C28:** [302, 304]; **C29:** [303]; **C30:** [305, 306, 307]; **C31:** [307]; **C32:** [310]; **C33:** [308, 309]; **C34:** [327]; **C35:** [332]; **C36:** [340].

Очевидное первенство среди углеродных дисперсных фаз принадлежит разным формам алмаза и углеродным нанотрубкам. Число описанных сочетаний, в процентах от возможных, составляет 26%. Слабо изученными остаются графен и его оксид, фуллерен.

Покрyтия с наночастицами металлов в качестве дисперсной фазы представляют интерес

как самостоятельный объект исследования, так и в качестве прекурсора для получения КП с оксидами, нитридами, карбидами путем *in-situ* селективного превращения в них наночастиц дисперсной фазы. Из табл. 8 видно, что исследованными являются только 12% из представленного перечня сочетаний.

Таблица 7

Систематизированные сведения об исследованных КП с металлической ДФ
Table 7. Systematized information about the investigated composite coatings with metal disperse phase

| Матрица | Дисперсная фаза | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| | Al | Bi | Mo | Ni | Cr | W | Nb | Ti | Si | Mg | Be | V | Fe | Co | Au | Zn |
| Ni | D1 | | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | | | | | | | |
| Zn | D9 | D10 | | D11 | | | | | | D12 | | D13 | | | | |
| Si | | | | D14 | | | | | | | | | D15 | D16 | | |
| Ni-Cu | | | | | D17 | | | | | D18 | | | | | | |
| Ni-P | | | | | | | | D19 | | | | | | | | |
| Ni-Zn | | | | D20 | | | | | | | | | | | | |
| Ni-Re | | | | D21 | | | | | | | | | | | | |
| Ni-Mo | D22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn-Mg | D23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn-Al | | | | | | | | | | D24 | D25 | | | | | |
| Ni-Zn-P | | | | D26 | | | | | | | | | | | | |
| Ni-La-Al | | | | D27 | | | | | | | | | | | | |
| Ni-P-W | | | | | | D28 | | | | | | | | | | |
| TiO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | D29 |
| Al ₂ O ₃ | | | | | | | | | | | | | | | | D30 |

D1: [231, 234-236, 239, 241-243, 254, 255]; D2: [232]; D3: [233]; D4: [234, 241, 244, 251-253]; D5: [248]; D6: [247, 250]; D7: [237, 257]; D8: [248, 256]; D9: [269, 270]; D10: [273]; D11: [264, 269]; D12: [269]; D13: [269]; D14: [272]; D15: [272]; D16: [272]; D17: [263]; D18: [258]; D19: [279, 280]; D20: [260]; D21: [277]; D22: [259]; D23: [274]; D24: [268]; D25: [268]; D26: [261]; D27: [262]; D28: [278]; D29: [276]; D30: [275].

Таблица 8

Систематизированные сведения об исследованных КП с нитридами и сульфидами в качестве ДФ
Table 8. Systematized information about the studied composite coatings with nitrides and sulfides as dispersed phase

| ДФ | Нитриды | | | | Сульфиды | | |
|---------|---------|-----|----|----|----------|----|----------------------------------|
| | Si | B | Ti | W | Mo | W | PbMo ₆ S ₈ |
| Матрица | Si | B | Ti | W | Mo | W | PbMo ₆ S ₈ |
| Ni | E1 | E2 | E3 | | F1 | | |
| Ni-P | E4 | | E5 | | | F2 | |
| Ni-B | E6 | | | | | | |
| NiW | | | | | F3 | | |
| Ti | | | E7 | | | | |
| Cr | | E8 | | E9 | F5 | | |
| Cu | | E10 | | | F4 | | |
| Sn | | | | | | | F6 |

E1: [351, 355]; E2: [351, 353]; E3: [351, 352, 354]; E4: [357, 358]; E5: [356]; E6: [359]; E7: [360]; E8: [361, 362]; E9: [362]; E10: [362]; F1: [363]; F2: [364]; F3: [365]; F4: [365]; F5: [366]; F6: [367].

Системы с полимерной ДФ привлекают исследователей потенциальной способностью усиливать антикоррозионные и барьерные характеристики, особенно в случае биоматериалов, используемых для производства имплантатов. Как и

в случае с другими ДФ, к настоящему времени изучено только немного более 12% возможных пар ММ/ДФ.

Анализ приведенных данных позволяет сделать ряд заключений. Далеко не все описанные пары ММ-ДФ изучались с некой практической целью. Некоторые из них представляли скорее теоретический интерес или входили составной частью в ряд аналогичных пар. Как правило, их дальнейшее изучение не проводилось. Например, китайская группа опубликовала в 2006 и 2007 г. [101 и 103] результаты исследования системы Ni-Al-CeO₂. Ни до, ни после сведений о подобных КП не публиковалось. В 2015 г. в качестве покрытия для интерконнекторов топливных элементов предложена система Co-CeO₂ [119]. Новые данные о практическом применении композиций или дальнейшем их исследовании также отсутствуют. Особенно много таких примеров в системах с металлом и полимерами в качестве дисперсной фазы.

Для решения конкретных задач по улучшению эксплуатационных характеристик КП ряд исследователей использовали одновременно две дисперсные фазы разных классов, например, ок-

сид+карбид [214], полимер+карбид [223, 374, 376, 386], полимер+оксид алюминия [107, 386], карбид+сульфид [216] и др. Следует отметить, что такие работы начинались как поисковые. Например, группа китайских исследователей (Guo W.-С. и др.) в поисках «лучшей» дисперсной фазы для матрицы Re-Ni-W-B на протяжении более 10 лет изучала ряды карбидов, оксидов, боридов, сульфидов, полимеров, в т.ч. и их пар [211, 214, 216]. В последствии парные ДФ углубленно не исследовались и все внимание было уделено влиянию добавок на конкретные эксплуатационные характеристики КП.

Не зафиксировано работ, где бы соединения фосфора использовались в качестве ДФ. Можно привести только одну работу, где фосфор при-

существовал в КП не в качестве части матрицы [393]. Для защиты от износа и повышения химической стойкости металлических изделий использовали покрытие DURNICOAT, нанесенное из электролита, содержащего диспергированные частицы фосфора. В процессе исследований было установлено, что для придания КП полезных свойств, наряду с природой ДФ, большую роль играл размер ее частиц и способ введения в электролит. Этот аспект не являлся предметом нашего анализа, но ряд ссылок на оригинальные работы разных лет дополнили достаточно широкий перечень проблем, связанных с системным изучением этого класса покрытий [394, 401-403, 405].

Таблица 9

Систематизированные сведения об исследованных КП с полимерной ДФ
Table 9. Systematized information about the investigated composite coatings with polymer disperse phase

| Матрица | Дисперсная фаза | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|--------------|-------------|---|-----------------|----------------|--------|-----------------|-----------------|------|------|--------|
| | ПТФЭ | ПТФЭ +SiC | ПТФЭ +BN | ПТФЭ +Al ₂ O ₃ | Фторо- пласт | Угле- пласт | Тефлон | Поли- тиофен | Поли- пиррол | ПММА | ПАНИ | Другие |
| Ni | G1 | G2 | | | G3 | G4 | G5 | | | | G6 | G7 |
| Ni-Co | | | | | G8 | | | | | | | G9 |
| Ni-P | | | G10 | | | | | | | | | G11 |
| Ni-Fe | | | | | | | | | | | | G12 |
| Ni-Mo | | | | | | | | G13 | | | | |
| Ni-Au | G14 | | | | | | | | | | | |
| Ni-W | G15 | | | | | | | | | | | |
| Ln-Ni-Fe-P | G16 | | | | | | | | | | | |
| Re-Ni-W-B | | | | G17 | | | | | | | | |
| Cu | G18 | | | | | | | | | | | G19 |
| Au | | | | | | | | | G20 | | | |
| Ag | | | | | | | | | | | G21 | |
| Zn | | | | | | | | | | G22 | | |

ПТФЭ-политетрафторэтилен, ПММА-полиметилметакрилат, ПАНИ-полианилин. **G1:** [370, 373, 375]; **G2:** [374, 376]; **G3:** [371, 377]; **G4:** [368]; **G5:** [372]; **G6:** [379]; **G7:** [369]; **G8:** [378]; **G9:** [381]; **G10:** [402]; **G11:** [406, 407]; **G12:** [381, 384]; **G13:** [382]; **G14:** [385]; **G15:** [387]; **G16:** [383]; **G17:** [386]; **G18:** [375]; **G19:** [391]; **G20:** [388]; **G21:** [389]; **G22:** [390].

Проведенный анализ успехов в создании новых перспективных материалов с использованием КП показал их существенный вклад в обеспечение многих отраслей промышленности прочными, технологичными покрытиями с регулируемым набором защитных характеристик. Научному подходу к выбору покрытия для конкретных отраслей промышленности с учетом имеющейся и экономически целесообразной ресурсной базой посвящено одно из сообщений [399]. Спектр применения КП весьма широк: от оборудования нефтегазовой и атомной промышленности до электроники и медицины. В [396] даны примеры использования алмазосодержащих покрытий для защиты инструментов, используемых в металло-

обработке. Другие углеродные добавки и изменения, вносимые ими в традиционные покрытия, например, из металлов, эксплуатирующихся в агрессивных химических средах, обсуждены в [397]. Оловянные композиционные покрытия для пищевой промышленности и электроники описаны в [400]. Системы серебро-алмаз, платина-алмаз [319] предложены в качестве износостойких, антикоррозионных, биоактивных покрытий для различных ортопедических имплантатов. В работе [211] системы с ДФ (оксид церия, карбиды) предложены для конкретного использования на табачных предприятиях, а также в химической и текстильной промышленности. В качестве барьерных жаропрочных покрытий предложены системы ни-

кель/оксиды вольфрама и молибдена [63]. Как правило, конкретные рекомендуемые области применения новых КП приведены в патентах.

В статьях, в основном, внимание уделялось изменению физико-химических характеристик металлических покрытий после введения в них дополнительной дисперсной фазы. Сведения об этих изменениях представлены в табл. 10-15. Было выбрано шесть параметров, которые наиболее важны для характеристики покрытий и которые зависели от природы дисперсной фазы. К ним отнесены коррозионно-защитные характеристики (в таблицах «Кор»), износостойкость «ИС», микротвердость «МТв», стойкость к высокотемпературному окислению «ВО», жаропрочность «ЖП», поверхностные структурные характеристики, по-

ристость и адгезионная прочность «Стр». Следует обратить внимание, что данные об использованных ММ и подложках, на которые наносили КП, можно получить из оригинальных статей, ссылки на которые даны в соответствующих таблицах. Отметим также, что перечень конкретных ДФ отличается по количеству от приведенных в табл. 4-9, т.к. описанные в статьях свойства исследованных КП не всегда сравнивались с данными для покрытий без ДФ.

Анализ представленных сведений показал перспективность исследований в области электрохимического осаждения КП, а также выявил отсутствующие сведения о значительном количестве покрытий с ДФ на основе оксидов, карбидов, нитридов, сульфидов и фосфидов.

Таблица 10

Изменение характеристик покрытий при введении оксидов в качестве дисперсных фаз
Table 10. Change coating performance with the introduction of oxide dispersed phase

| Параметр | Оксиды | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Al | Ti | Zr | Ce | Y | Si | Ge | W | La | Cu | Ni | Mn | Bi | V | Sn | Cr | Cd |
| Кор | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | H7 | H8 | | H9 | | | | H10 | | H11 | |
| ИС | H12 | H13 | H14 | | H15 | H16 | | | | | H17 | | | | | | |
| МТв | H18 | H19 | H20 | H21 | | H22 | | | | | | | | | | H23 | |
| ВО | H24 | | H25 | H26 | | H27 | | | H28 | | | | | | | | |
| ЖП | | H29 | | | | | | H30 | | | | | | | | | |
| Стр | H31 | H32 | H33 | | | H34 | | | | | | H35 | H36 | H37 | H38 | | H39 |

H1: [39, 43, 47, 48, 53, 54, 58, 65, 70, 71, 76, 77, 83, 84, 85, 86, 87, 96, 112, 113, 130, 131, 134, 135, 137, 126, 140, 145, 150]; **H2:** [30, 40, 48, 50, 52, 60, 62, 66, 70, 88, 89, 93, 94, 95, 126, 164, 165]; **H3:** [42, 80, 91, 95, 98, 105, 108, 116, 124, 136, 149, 152, 158, 162]; **H4:** [26, 35, 37, 57, 119, 124, 146]; **H5:** [27, 125]; **H6:** [46, 59, 68, 69, 75, 99, 102, 104, 106, 109, 115, 133, 159, 160, 163]; **H7:** [34]; **H8:** [63]; **H9:** [82]; **H10:** [122]; **H11:** [86]; **H12:** [43, 47, 48, 64, 77, 78, 84, 85, 96, 107, 113, 130, 137, 140, 150]; **H13:** [40, 48, 62]; **H14:** [97, 116]; **H15:** [97]; **H16:** [75, 79, 166]; **H17:** [111]; **H18:** [33, 47, 55, 64, 72, 77, 85, 96, 107, 113, 130, 138]; **H19:** [21, 30, 38, 62]; **H20:** [20, 25, 98, 108]; **H21:** [90]; **H22:** [90]; **H23:** [141, 143]; **H24:** [51, 110]; **H25:** [61, 114, 144]; **H26:** [41, 44, 100, 101, 103, 142]; **H27:** [56]; **H28:** [74]; **H29:** [147]; **H30:** [63]; **H31:** [22, 49, 72, 78, 131]; **H32:** [21, 32, 93, 126]; **H33:** [25, 92, 129]; **H34:** [31, 159, 160]; **H35:** [118]; **H36:** [121]; **H37:** [122]; **H38:** [128]; **H39:** [155].

Таблица 12

Изменение характеристик гальванических покрытий с углеродной дисперсной фазой
Table 12. Change in the operational characteristics of galvanic coatings with carbon disperse phase

Таблица 11
Изменение характеристик гальванических покрытий при введении карбидов в качестве дисперсных фаз
Table 11. Change in the operational characteristics of galvanic coatings with carbides

| Параметр | Карбиды | | | | | | |
|----------|---------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Si | Ti | W | Ni | Cr | B | Zr |
| Кор | J1 | J2 | J3 | J4 | J5 | J6 | J7 |
| ИС | J8 | J9 | | J10 | J11 | J12 | |
| МТв | J13 | | J14 | J15 | | J16 | J17 |
| ВО | | | | | | J18 | |
| Стр | J19 | | J20 | | | J21 | |

J1: [167, 172, 173, 174, 183-187, 190, 191, 197, 202-204, 206, 207, 210, 212-215, 217, 221, 222, 227]; **J2:** [168, 170, 218]; **J3:** [171, 223]; **J4:** [180, 181]; **J5:** [184]; **J6:** [192, 229]; **J7:** [198]; **J8:** [169, 174, 176, 177, 178, 184, 186, 190, 196, 208, 209, 210, 214, 217, 228]; **J9:** [170]; **J10:** [181, 195]; **J11:** [184, 194]; **J12:** [192, 211, 224]; **J13:** [172, 174, 177, 188, 191, 205, 208, 209, 214, 219, 220, 228]; **J14:** [171]; **J15:** [180]; **J16:** [216]; **J17:** [198]; **J18:** [211, 216]; **J19:** [175, 182, 225]; **J20:** [226]; **J21:** [182].

| Параметр | Дисперсная фаза | | | | | |
|----------|-----------------|---------------|-------|-----------------------|--------|----------|
| | Графен | Оксид графена | Алмаз | Углеродные нанотрубки | Графит | Фуллерен |
| Кор | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 |
| ИС | | | K7 | K8 | K9 | |
| МТв | K10 | | K11 | K12 | K13 | |
| ВО | | | K14 | | | |
| Стр | K15 | | K16 | | K17 | |

K1: [281, 320]; **K2:** [311]; **K3:** [307, 308, 318, 335, 340, 341, 344, 345, 348, 349]; **K4:** [289, 299, 300, 301, 303, 304, 305, 307, 314, 322, 328, 332, 334, 336, 408]; **K5:** [319, 321, 338]; **K6:** [410, 411, 412]; **K7:** [283, 290, 293, 297, 308, 318, 323, 326, 335, 337, 342, 346, 348, 349]; **K8:** [285, 286, 302, 306, 312, 408]; **K9:** [312, 313, 338]; **K10:** [281]; **K11:** [290, 293, 297, 318, 323, 326, 337]; **K12:** [286, 296, 305, 306, 312, 322, 333]; **K13:** [312, 316]; **K14:** [339]; **K15:** [282]; **K16:** [288, 291, 298, 309, 343]; **K17:** [284, 292].

Таблица 13

Изменение эксплуатационных характеристик гальванических покрытий при введении металлической дисперсной фазы

Table 13. Change in the operational characteristics of galvanic coatings with metal dispersed phases

| Параметр | Дисперсная фаза | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Al | Bi | Mo | Ni | Cr | W | Nb | Ti | Si | Mg | Be | Fe |
| Кор | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 | L7 | L8 | L9 | L10 | | L11 |
| ИС | L12 | | | | | | | L13 | L14 | L15 | L16 | L17 |
| МТв | L18 | | | | | | | | | L19 | | |
| ВО | L20 | | | | L21 | | | | | | | |
| ЖП | L22 | | | L23 | L24 | | | | | | | |
| Стр | L25 | | | | | | | | | | | |

L1: [234, 235, 238, 259, 269]; L2: [273]; L3: [232]; L4: [233, 260, 264, 269, 277]; L5: [234, 253]; L6: [248, 278]; L7: [247, 250]; L8: [237, 279, 280]; L9: [248, 256]; L10: [258, 269]; L11: [246, 266]; L12: [239]; L13: [257]; L14: [256]; L15: [268]; L16: [268]; L17: [267]; L18: [238, 259]; L19: [258]; L20: [234, 236, 242, 243, 245, 255]; L21: [234, 244, 251, 252, 263]; L22: [241]; L23: [260]; L24: [241]; L25: [259].

Таблица 14

Изменение эксплуатационных характеристик гальванических покрытий при введении полимеров в качестве дисперсной фазы

Table 14. Change in the operational characteristics of galvanic coatings with polymer dispersed phases

| Параметр | Дисперсная фаза | | | | | |
|----------|-----------------|-----------|--------|---------|-------------|------|
| | ПТФЭ | Фторпласт | Тефлон | Углерод | Полиитиофен | ПММА |
| Кор | M1 | M2 | | M3 | M4 | M5 |
| ИС | M6 | M7 | M8 | | | |
| МТв | M9 | | | | | |
| Стр | M10 | | M11 | | | |

M1: [370, 375, 376, 383, 386, 387]; M2: [377, 378]; M3: [368]; M4: [382]; M5: [390]; M6: [376]; M7: [371, 378]; M8: [374]; M9: [386]; M10: [373, 385]; M11: [372].

ЛИТЕРАТУРА

1. Елинек Т.В. Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2013-2014 гг. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2015. Т. 23. № 2. С. 20-28.
2. Елинек Т.В. Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2014-2015 гг. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2016. Т. 24. № 2. С. 14-21.
3. Елинек Т.В. Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2015-2016 гг. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2017. Т. 25. № 2. С. 20-28.
4. Елинек Т.В. Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2016-2017 гг. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2018. Т. 26. № 1. С. 4-10.
5. Елинек Т.В. Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2017-2018 гг. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2019. Т. 27. № 2. С. 4-8.
6. Салахова Р.К., Семеньев В.В. Эффективность применения нанопорошков в производстве гальванических покрытий. *Коррозия: материалы, защита*. 2015. № 11. С. 36-44.
7. Жачкин С.Ю., Пеньков Н.А., Краснов А.И., Сидоркин О.А. Повышение износостойкости рабочих поверхностей пар трения сельхозмашин гальванической композицией на основе хрома. *Вестн. МичГАУ*. 2015. № 1. С. 131-136.

Таблица 15

Изменение эксплуатационных характеристик гальванических покрытий при введении нитридов в качестве дисперсной фазы

Table 15. Change in the operational characteristics of galvanic coatings with Nitrides as disperse phase

| Параметр | Нитриды | | | |
|----------|---------|-----|-----|-----|
| | Si | B | Ti | W |
| Кор | N1 | | N2 | |
| ИС | N3 | N4 | N5 | N6 |
| МТв | N7 | N8 | N9 | N10 |
| ВО | | N11 | | |
| ЖП | | N12 | | |
| Стр | N13 | | N14 | |

N1: [355,357,358]; N2: [354, 360]; N3: [351,357]; N4: [351,361,362]; N5: [351,354,356]; N6: [361]; N7: [351,357]; N8: [351,361,362]; N9: [351,354,356]; N10: [361]; N11: [353]; N12: [353]; N13: [355]; N14: [352].

REFERENCES

1. Jelínek T.V. Advances in electroplating. Review of world specialized literature for 2013-2014. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2015. V. 23. N 2. P. 20-28 (in Russian).
2. Jelínek T.V. Advances in electroplating. Review of world specialized literature for 2014-2015. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2016. V. 24. N 2. P. 14-21 (in Russian).
3. Jelínek T.V. Advances in electroplating. Review of world specialized literature for 2015-2016. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2017. V. 25. N 2. P. 20-28 (in Russian).
4. Jelínek T.V. Advances in electroplating. Review of world specialized literature for 2016-2017. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2018. V. 26. N 1. P. 4-10 (in Russian).
5. Jelínek T.V. Advances in electroplating. Review of world specialized literature for 2017-2018. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2019. V. 27. N 2. P. 4-8 (in Russian).
6. Salakhova R.K., Semenychev V.V. The effectiveness of the use of nanopowders in the production of galvanic coatings. *Korroziya: materialy, zashchita*. 2015. N 11. P. 36-44 (in Russian).
7. Zhachkin S.Yu., Penkov N.A., Krasnov A.I., Sidorkin O.A. Improving the wear resistance of the working surfaces of friction pairs of agricultural machines with a galvanic composition based on chromium. *Vestn. MichGAU*. 2015. N 1. P. 131-136 (in Russian).

8. **Mao X.-G., Ma J., Shen J., Yu Z.-Z.** Progress in preparation of corrosion resistant zinc-magnesium alloying coating. *Fushi yu fanghu*. 2013. V. 34. N 9. P. 761-765.
9. Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde. *Galvanotechnik*. 2011. V. 102. N 6. P. 1322-1324.
10. **Lekka M., Zanella C., Klorikowska A., Bonora. P.L.** Scaling-up of the electrodeposition process of nano-composite coating for corrosion and wear protection. *Electrochim. Acta*. 2010. V. 55. N 27. P. 7876-7883.
11. **Сайфуллин Р.С., Хапринов А.И., Водопьянова С.В., Мингазова Г.Г., Фомина Р.Е.** Исследования в области создания композиционных электрохимических покрытий (КЭП) с дисперсной фазой микро- и наночастиц. *Вестн. Казан. технол. ун-та*. 2009. № 6. С. 80-90, 401.
12. **Целуйкин В.Н.** Композиционные электрохимические покрытия: получение, структура, свойства. *Физикохимия поверхности и защита металлов*. 2009. Т. 45. № 3. С. 287-301.
13. **Feng Qiuyuan, Li Tingju, Jin Junze.** Исследование механизма электроосаждения композиционных покрытий и последние достижения в этой области. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2007. V. 36. N 3. P. 559-564.
14. **Feng Qiu-yuan, Li Ting-ju, Jin Jun-ze.** Факторы, влияющие на сосаждение частиц при электроосаждении композитных покрытий. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 5. P. 35-39.
15. **Qi Xin-hua, Wang Hong-juan.** Диспергирование и стабильность дисперсий частиц в ванне для электроосаждения. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 1. P. 31-35.
16. **Brooman Eric W.** Compliant electrodeposited and electroless nano-structured and nano-composite coatings to replace chromium coatings. V. *Galvanotechnik*. 2006. V. 97. N 1. P. 58-66.
17. **Brooman Eric W.** Compliant electrodeposited and electroless nano-structured and nano-composite coatings to replace chromium coatings. IV. *Galvanotechnik*. 2005. V. 96. N 12. P. 2843-2853.
18. **Сайфуллин Р.С., Водопьянова С.В., Данилова Н.А., Мингазова Г.Г., Фомина Р.Е.** Композиционные электрохимические покрытия — развитие от макро- и микродисперсных систем к нанодисперсным системам. *Наукоём. технол.* 2005. Т. 6. № 8-9. С. 92-97.
19. **Sun Wei, Zhang Qin-yi, Ye Wei-ping, Huang Shang-yu.** Современное состояние и успехи в разработке технологии и изучения механизма электролитического осаждения композиционных покрытий с наночастицами. *Cailiao baohu*. 2005. V. 38. N 6. P. 41-44.
20. **Gao Long, Liu Jituo, Yan Zepeng, Zhang Yingjiu.** Diamond particle content of Cu-diamond composite coating. *Jingangshi yu moliaomoju gongcheng*. 2017. V. 37. N 4. P. 44-47.
21. **Niu Te, Chen Wei-wei, Cheng Huan-wu, Wang Lu.** Grain growth and thermal stability of nanocrystalline Ni-TiO₂ composites. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*. 2017. V. 27. N 10. P. 2300-2309.
22. **Góral Anna.** Nanoscale structural defects in electrodeposited Ni/Al₂O₃ composite coatings. *Surface and Coatings Technology*. 2017. V. 319. P. 23-32.
23. Повышение конкурентоспособности производства при восстановлении деталей гальваническими композитными покрытиями. *Инновацион. технологии и оборудование машиностроит. комплекса*. 2016. № 19. С. 8-11.
24. **He Shijian.** Repairing of slightly damaged shaft journal of camshaft used in chemical equipment by plating method. *Diandu yu jingshi*. 2017. V. 39. N 2. P. 43-46.
8. **Mao X.-G., Ma J., Shen J., Yu Z.-Z.** Progress in preparation of corrosion resistant zinc-magnesium alloying coating. *Fushi yu fanghu*. 2013. V. 34. N 9. P. 761-765.
9. Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde. *Galvanotechnik*. 2011. V. 102. N 6. P. 1322-1324.
10. **Lekka M., Zanella C., Klorikowska A., Bonora. P.L.** Scaling-up of the electrodeposition process of nano-composite coating for corrosion and wear protection. *Electrochim. Acta*. 2010. V. 55. N 27. P. 7876-7883.
11. **Sayfullin R.S., Khatsrinov A.I., Vodopyanova S.V., Mingazova G.G., Fomina R.E.** Research in the field of creation of composite electrochemical coatings (CEC) with a dispersed phase of micro- and nanoparticles. *Vestn. Kazan. Technol. Un-ta*. 2009. N 6. P. 80-90, 401 (in Russian).
12. **Tseluykin V.N.** Composite electrochemical coatings: preparation, structure, properties. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2009. V. 45. N 3. P. 312-326.
13. **Feng Qiuyuan, Li Tingju, Jin Junze.** Investigation of the mechanism of electrodeposition of composite coatings and recent advances in this field. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2007. V. 36. N 3. P. 559-564.
14. **Feng Qiu-yuan, Li Ting-ju, Jin Jun-ze.** Factors affecting the coprecipitation of particles during electrodeposition of composite coatings. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 5. P. 35-39.
15. **Qi Xin-hua, Wang Hong-juan.** Dispersion and stability of particle dispersions in the electrodeposition bath. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 1. P. 31-35.
16. **Brooman Eric W.** Compliant electrodeposited and electroless nano-structured and nano-composite coatings to replace chromium coatings. V. *Galvanotechnik*. 2006. V. 97. N 1. P. 58-66.
17. **Brooman Eric W.** Compliant electrodeposited and electroless nano-structured and nano-composite coatings to replace chromium coatings. IV. *Galvanotechnik*. 2005. V. 96. N 12. P. 2843-2853.
18. **Sayfullin R.S., Vodopyanova S.V., Danilova N.A., Mingazova G.G., Fomina R.E.** Composite electrochemical coatings are a development from macro- and microdispersed systems to nanodispersed systems. *Naukoyem. Tekhnol.* 2005. V. 6. N 8-9. P. 92-97 (in Russian).
19. **Sun Wei, Zhang Qin-yi, Ye Wei-ping, Huang Shang-yu.** Current status and successes in the development of technology and the study of the mechanism of electrolytic deposition of composite coatings with nanoparticles *Cailiao baohu*. 2005. V. 38. N 6. P. 41-44.
20. **Gao Long, Liu Jituo, Yan Zepeng, Zhang Yingjiu.** Diamond particle content of Cu-diamond composite coating. *Jingangshi yu moliaomoju gongcheng*. 2017. V. 37. N 4. P. 44-47.
21. **Niu Te, Chen Wei-wei, Cheng Huan-wu, Wang Lu.** Grain growth and thermal stability of nanocrystalline Ni-TiO₂ composites. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*. 2017. V. 27. N 10. P. 2300-2309.
22. **Góral Anna.** Nanoscale structural defects in electrodeposited Ni/Al₂O₃ composite coatings. *Surface and Coatings Technology*. 2017. V. 319. P. 23-32.
23. Improving the competitiveness of production in the restoration of parts by galvanic composite coatings. Innovative technologies and equipment of a machine-building complex. *Innovatsionnyye tekhnologii i oborudovaniye mashinostroito. kompleksa*. 2016. N 19. P. 8-11 (in Russian).
24. **He Shijian.** Repairing of slightly damaged shaft journal of camshaft used in chemical equipment by plating method. *Diandu yu jingshi*. 2017. V. 39. N 2. P. 43-46.
25. **Gorelov S.M., Tsupak T.E., Vinokurov E.G., Nevmyatullina K.A., Yarovaya O.V.** Preparation and properties of nickel-zirconia nanocomposite coatings. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2016. V. 52. N 4. P. 622-626.

25. Горелов С.М., Цупак Т.Е., Винокуров Е.Г., Невмятуллина Х.А., Яровая О.В. Получение и свойства нанокomпозиционных покрытий никель-диоксид циркония. *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2016. Т. 52. № 4. С. 386-390.
26. Hasannejad H., Shahrabi T., Jafarian M. Synthesis and properties of high corrosion resistant Ni-cerium oxide nanocomposite coating. *Materials and Corrosion*. 2013. V. 64. N 12. P. 1104-1113.
27. Ling Wen-dan, Zhao Ping-tang, Li Zhi-pan, Zhang Song-qi, Liang Ke. Structure and corrosion resistance of nickel-yttrium oxide composite coating prepared by brush plating. *Diandu yu tushi*. 2014. V. 33. N 11. P. 460-463.
28. Белко А.В., Валько Н.Г. Исследование влияния рентгеновского излучения на электроосаждение никеля с наночастицами SiO₂ методом полного факторного эксперимента. *ПФМТ*. 2014. № 1. С. 12-15.
29. Lajevardi S.A., Shahrabi T., Szpunar J.A., Sabour Rouhaghdam A., Sanjabi S. Characterization of the microstructure and texture of functionally graded nickel-Al₂O₃ nano composite coating produced by pulse deposition. *Surface and Coatings Technology*. 2013. V. 232. P. 851-859.
30. Gorelov S.M., Knyazeva A.A., Kudryavtsev V.N., Tsupak T.E. Electrodeposition of CEC based on nickel with titanium dioxide. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2014. V. 22. N 1. P. 24-29 (in Russian).
31. Wu L.-K., Hu J.-M., Zhang J.-Q., Cao C.-N. A silica co-electrodeposition route to highly active Ni-based film electrodes. *J. Mater. Chem. A*. 2013. V. 1. N 41. P. 12885-12892.
32. Aruna S.T., Muniprakash M., William Grips V.K. Effect of titania particles preparation on the properties of Ni-TiO₂ electrodeposited composite coatings. *J. Appl. Electrochem*. 2013. V. 43. N 8. P. 805-815.
33. Wang Xingxing, Long Weimin, Lei Weining, Liu Weiqiao, Lü Dengfeng. Особенности никелевых композитных покрытий, полученных гальваническим способом в среде сверхкритического жидкого CO₂. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2013. V. 42. N 9. P. 1931-1935.
34. Zhou Xiaowei, Shen Yifu. Коррозия нанокристаллического покрытия Ni-GeO₂ в кислом растворе NaCl и ее исследование EIS. *Jinshu xuebao*. 2013. V. 49. N 9. P. 1121-1130.
35. Zhang D.-Y., Xue Y.-J., Li X.-H., Li J.-S. Corrosion resistance of Ni-CeO₂ nanocomposite coating prepared by electrodeposition with rotating cathode in an ultrasonic field. *Advanced Materials Research*. 2011. V. 337. P. 54-58.
36. Зяблицева О.В., Зяблицев В.В., Великолуг А.М. Осаждение композиционных электрохимических покрытий с заданным содержанием дисперсной фазы. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2011. Т. 19. № 2. С. 36-42.
37. Hasannejad H., Shahrabi T., Jafarian M., Rouhaghdam A. Sabour. EIS study of nano crystalline Ni-cerium oxide coating electrodeposition mechanism. *J. Alloys Compd*. 2011. V. 509. N 5. P. 1924-1930.
38. Lajevardi S.A., Shahrabi T., Hasannaemi V. Synthesis and mechanical properties of nickel-titania composite coatings. *Materials and Corrosion*. 2011. V. 62. N 1. P. 29-34.
39. Сайфуллин Р.С., Фомина Р.Е., Мингазова Г.Г., Водопьянова С.В., Григорьева И.О., Ксенофонтова Р.К. Влияние наночастиц диоксида алюминия на коррозионную стойкость никелевых покрытий. *Вестн. Казан. гос. технол. ун-та*. 2010. № 11. С. 358-362.
40. ChenWeiwei, GaoWei. Sol-enhanced electroplating of nanostructured Ni-TiO₂ composite coatings-The effects of sol concentration on the mechanical and corrosion properties. *Electrochim. Acta*. 2010. V. 55. N 22. P. 6865-6871.
41. Peng X., Yan J., Dong Z., Xu C., Wang F. Discontinuous oxidation and erosion-oxidation of a CeO₂-dispersion-strengthened chromium coating. *Corros. Sci*. 2010. V. 52. N 5. P. 1863-1873.
26. Hasannejad H., Shahrabi T., Jafarian M. Synthesis and properties of high corrosion resistant Ni-cerium oxide nanocomposite coating. *Materials and Corrosion*. 2013. V. 64. N 12. P. 1104-1113.
27. Ling Wen-dan, Zhao Ping-tang, Li Zhi-pan, Zhang Song-qi, Liang Ke. Structure and corrosion resistance of nickel-yttrium oxide composite coating prepared by brush plating. *Diandu yu tushi*. 2014. V. 33. N 11. P. 460-463.
28. Belko A.V., Valko N.G. Investigation of the effect of x-ray radiation on the electrodeposition of nickel with SiO₂ nanoparticles by the method of a full factorial experiment. *PFMT*. 2014. N 1. P. 12-15 (in Russian).
29. Lajevardi S.A., Shahrabi T., Szpunar J.A., Sabour Rouhaghdam A., Sanjabi S. Characterization of the microstructure and texture of functionally graded nickel-Al₂O₃ nano composite coating produced by pulse deposition. *Surface and Coatings Technology*. 2013. V. 232. P. 851-859.
30. Gorelov S.M., Knyazeva A.A., Kudryavtsev V.N., Tsupak T.E. Electrodeposition of CEC based on nickel with titanium dioxide. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2014. V. 22. N 1. P. 24-29 (in Russian).
31. Wu L.-K., Hu J.-M., Zhang J.-Q., Cao C.-N. A silica co-electrodeposition route to highly active Ni-based film electrodes. *J. Mater. Chem. A*. 2013. V. 1. N 41. P. 12885-12892.
32. Aruna S.T., Muniprakash M., William Grips V.K. Effect of titania particles preparation on the properties of Ni-TiO₂ electrodeposited composite coatings. *J. Appl. Electrochem*. 2013. V. 43. N 8. P. 805-815.
33. Wang Xingxing, Long Weimin, Lei Weining, Liu Weiqiao, Lü Dengfeng. Features of nickel composite coatings obtained by galvanic method in a supercritical liquid CO₂ environment. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2013. V. 42. N 9. P. 1931-1935.
34. Zhou Xiaowei, Shen Yifu. Corrosion of the Ni-GeO₂ nanocrystalline coating in an acidic NaCl solution and its study of EIS. *Jinshu xuebao*. 2013. V. 49. N 9. P. 1121-1130.
35. Zhang D.-Y., Xue Y.-J., Li X.-H., Li J.-S. Corrosion resistance of Ni-CeO₂ nanocomposite coating prepared by electrodeposition with rotating cathode in an ultrasonic field. *Advanced Materials Research*. 2011. V. 337. P. 54-58.
36. Zyablitseva O.V., Zyablitsev V.V., Velikolug A.M. The deposition of composite electrochemical coatings with a given content. dispersed phase. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2011. V. 19. N 2. P. 36-42 (in Russian).
37. Hasannejad H., Shahrabi T., Jafarian M., Rouhaghdam A. Sabour. EIS study of nano crystalline Ni-cerium oxide coating electrodeposition mechanism. *J. Alloys Compd*. 2011. V. 509. N 5. P. 1924-1930.
38. Lajevardi S.A., Shahrabi T., Hasannaemi V. Synthesis and mechanical properties of nickel-titania composite coatings. *Materials and Corrosion*. 2011. V. 62. N 1. P. 29-34.
39. Sayfullin R.S., Fomina R.E., Mingazova G.G., Vodopyanova S.V., Grigoryeva I.O., Ksenofontova R.K. The effect of aluminum dioxide nanoparticles on the corrosion resistance of nickel coatings. *Vestn. Kazan. gos. tekhnol. un-ta*. 2010. N 11. P. 358-362 (in Russian).
40. ChenWeiwei, GaoWei. Sol-enhanced electroplating of nanostructured Ni-TiO₂ composite coatings-The effects of sol concentration on the mechanical and corrosion properties. *Electrochim. Acta*. 2010. V. 55. N 22. P. 6865-6871.
41. Peng X., Yan J., Dong Z., Xu C., Wang F. Discontinuous oxidation and erosion-oxidation of a CeO₂-dispersion-strengthened chromium coating. *Corros. Sci*. 2010. V. 52. N 5. P. 1863-1873.

41. **Peng X., Yan J., Dong Z., Xu C., Wang F.** Discontinuous oxidation and erosion-oxidation of a CeO₂-dispersion-strengthened chromium coating. *Corros. Sci.* 2010. V. 52. N 5. P. 1863-1873.
42. **Qzhang W.-F., Zhu D.** Preparation of Ni-ZrO₂ nano-composite electrodeposits and its corrosion resistance. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2006. V. 18. N 5. P. 325-328.
43. **Guo W.-C., Tan J., Yang H.-J.** Corrosion resistance of composite coatings prepared by pulse-reverse electroplating. *Fushi yu fanghu.* 2006. V. 27. N 2. P. 55-57, 62.
44. **Zhu L.-M., Peng X.** Microstructural characterization and oxidation performance of a Novel CeO₂ - Modified chromizing coating. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 2. P. 63-68.
45. **Yan J., Peng X., Wang F.-H.** Oxidation of a nano - CeO₂ - dispersed chromizing coating in N₂-5%O₂-0.1%SO₂ atmosphere. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 1. P. 43-46, 49.
46. **Xu Jiang, Zhuo Chengzhi, Han Dezhong, Tao Jie, Liu Linlin, Jiang Shuyun.** Erosion-corrosion behavior of nano-particle-reinforced Ni matrix composite alloying layer by duplex surface treatment in aqueous slurry environment. *Corros. Sci.* 2009. V. 51. N 5. P. 1055-1068.
47. **Aruna S.T., Grips William V.K., Rajam K.S.** Ni-based electrodeposited composite coating exhibiting improved microhardness, corrosion and wear resistance properties. *J. Alloys Compd.* 2009. V. 468. N 1-2. P. 546-552.
48. **Thiemig Denny, Bund Andreas, Talbot Jan B.** Untersuchungen zur elektrochemischen Herstellung und zu den Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Nickel-Dispersionsschichten. IV. *Galvanotechnik.* 2008. V. 99. N 10. P. 2397-2410.
49. **Wang Chao, Zhong Yunbo, Ren Weili, Lei Zuosheng, Ren Zhongming, Jia Jing, Jiang Airong.** Effects of parallel magnetic field on electrocodeposition behavior of Ni/nanoparticle composite electroplating. *Applied Surface Science.* 2008. V. 254. N 18. P. 5649-5654.
50. **Wielage Bernhard, Lampke Thomas, Zacher Manuela, Dietrich Dagmar.** Electroplated nickel composites with micron- to nano-sized particles. *Key Eng. Mater.* 2008. N 384. P. 283-309.
51. **Feng Qiuyuan, Li Tingju, Teng Haitao, Zhang Xiaoli, Zhang Yu, Liu Changsheng, Jin Junze.** Investigation on the corrosion and oxidation resistance of Ni-Al₂O₃ nano-composite coatings prepared by sediment co-deposition. *Surface and Coat. Technol.* 2008. V. 202. N 17. P. 4137-4144.
52. **Abdel Aal A.** Hard and corrosion resistant nanocomposite coating for Al alloy. *Mater. Sci. Eng. A.* 2008. V. 474. N 1-2. P. 181-187.
53. **Zhang H., Song Y.W., Song Z.L.** Electrodeposited nickel/alumina composite coating on NdFeB permanent magnets. *Materials and Corrosion.* 2008. V. 59. N 4. P. 324-328.
54. **Zhang H., Song Y.W., Song Z.L.** Electrodeposited Ni/Al₂O₃ composite coating on NdFeB permanent magnets. *Key Eng. Mater.* 2008. N 373-374. P. 232-235.
55. **Feng Qiuyuan, Li Tingju, Yue Hongyun, Bai Fudong, Qi Kai, Jin Junze.** Sediment Co-deposition of nanostructured Ni-Al₂O₃ composite coatings. *Key Eng. Mater.* 2008. N 373-374. P. 244-247.
56. **Zhou Yue-bo, Ding Yuan-zhu.** Oxidation resistance of co-deposited Ni-SiC nanocomposite coating. *Trans. Nonferrous Metals Soc. China.* 2007. V. 17. N 5. P. 925-928.
57. **Aruna S.T., Grips V.K. William, Selvi Ezhil V., Rajam K.S.** Studies on electrodeposited nickel-yttria doped ceria composite coatings. *J. Appl. Electrochem.* 2007. V. 37. N 9. P. 991-1000.
42. **Qzhang W.-F., Zhu D.** Preparation of Ni-ZrO₂ nano-composite electrodeposits and its corrosion resistance. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2006. V. 18. N 5. P. 325-328.
43. **Guo W.-C., Tan J., Yang H.-J.** Corrosion resistance of composite coatings prepared by pulse-reverse electroplating. *Fushi yu fanghu.* 2006. V. 27. N 2. P. 55-57, 62.
44. **Zhu L.-M., Peng X.** Microstructural characterization and oxidation performance of a Novel CeO₂ - Modified chromizing coating. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 2. P. 63-68.
45. **Yan J., Peng X., Wang F.-H.** Oxidation of a nano - CeO₂ - dispersed chromizing coating in N₂-5%O₂-0.1%SO₂ atmosphere. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 1. P. 43-46, 49.
46. **Xu Jiang, Zhuo Chengzhi, Han Dezhong, Tao Jie, Liu Linlin, Jiang Shuyun.** Erosion-corrosion behavior of nano-particle-reinforced Ni matrix composite alloying layer by duplex surface treatment in aqueous slurry environment. *Corros. Sci.* 2009. V. 51. N 5. P. 1055-1068.
47. **Aruna S.T., Grips William V.K., Rajam K.S.** Ni-based electrodeposited composite coating exhibiting improved microhardness, corrosion and wear resistance properties. *J. Alloys Compd.* 2009. V. 468. N 1-2. P. 546-552.
48. **Thiemig Denny, Bund Andreas, Talbot Jan B.** Untersuchungen zur elektrochemischen Herstellung und zu den Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Nickel-Dispersionsschichten. IV. *Galvanotechnik.* 2008. V. 99. N 10. P. 2397-2410.
49. **Wang Chao, Zhong Yunbo, Ren Weili, Lei Zuosheng, Ren Zhongming, Jia Jing, Jiang Airong.** Effects of parallel magnetic field on electrocodeposition behavior of Ni/nanoparticle composite electroplating. *Applied Surface Science.* 2008. V. 254. N 18. P. 5649-5654.
50. **Wielage Bernhard, Lampke Thomas, Zacher Manuela, Dietrich Dagmar.** Electroplated nickel composites with micron- to nano-sized particles. *Key Eng. Mater.* 2008. N 384. P. 283-309.
51. **Feng Qiuyuan, Li Tingju, Teng Haitao, Zhang Xiaoli, Zhang Yu, Liu Changsheng, Jin Junze.** Investigation on the corrosion and oxidation resistance of Ni-Al₂O₃ nano-composite coatings prepared by sediment co-deposition. *Surface and Coat. Technol.* 2008. V. 202. N 17. P. 4137-4144.
52. **Abdel Aal A.** Hard and corrosion resistant nanocomposite coating for Al alloy. *Mater. Sci. Eng. A.* 2008. V. 474. N 1-2. P. 181-187.
53. **Zhang H., Song Y.W., Song Z.L.** Electrodeposited nickel/alumina composite coating on NdFeB permanent magnets. *Materials and Corrosion.* 2008. V. 59. N 4. P. 324-328.
54. **Zhang H., Song Y.W., Song Z.L.** Electrodeposited Ni/Al₂O₃ composite coating on NdFeB permanent magnets. *Key Eng. Mater.* 2008. N 373-374. P. 232-235.
55. **Feng Qiuyuan, Li Tingju, Yue Hongyun, Bai Fudong, Qi Kai, Jin Junze.** Sediment Co-deposition of nanostructured Ni-Al₂O₃ composite coatings. *Key Eng. Mater.* 2008. N 373-374. P. 244-247.
56. **Zhou Yue-bo, Ding Yuan-zhu.** Oxidation resistance of co-deposited Ni-SiC nanocomposite coating. *Trans. Nonferrous Metals Soc. China.* 2007. V. 17. N 5. P. 925-928.
57. **Aruna S.T., Grips V.K. William, Selvi Ezhil V., Rajam K.S.** Studies on electrodeposited nickel-yttria doped ceria composite coatings. *J. Appl. Electrochem.* 2007. V. 37. N 9. P. 991-1000.
58. **Wu Qing-li, Wu Meng-hua, Huang shu-tao, Li Zhi, Xia Fa-feng, Zhao Na.** Investigation of the corrosion resistance of Ni/nano Al₂O₃-composite coatings prepared by ultrasonic electrodeposition. *Biaomian jishu.* 2007. V. 36. N 1. P. 1-4.

58. **Wu Qing-li, Wu Meng-hua, Huang shu-tao, Li Zhi, Xia Fa-feng, Zhao Na.** Исследование коррозионной стойкости приготовленных ультразвуковым электроосаждением композитных покрытий Ni/нано-Al₂O₃. *Biaomian jishu*. 2007. V. 36. N 1. P. 1-4.
59. **Tan Jun, Guo Wencai, Xu Binshi, Yang Hongjun.** Приготовление композитных покрытий Ni/нано-SiO₂ электролитическим импульсным (с изменением направления тока) осаждением с подвижным контактом. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2006. V. 26. N 4. P. 193-196.
60. **Li Zhi-lin, Liu Jian-jun, Guan Hai-ying.** Изготовление и свойства электроосажденных композитных покрытий Ni/нано-TiO₂. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 7. P. 20-22.
61. **Zhang Wen-feng, Zhu Di.** Исследование стойкости к окислению электроосажденного нанокompозитного Ni-ZrO₂ покрытия. *Diandu yu tushi*. 2006. V. 25. N 5. P. 1-3.
62. **Kollia C., Patta C., Vassiliou P., Kasselouri V.** Ni/TiO₂ composite electrocoatings. *Rev. Met.* 2005. P. 227-231.
63. **Степанова Л.И., Бодрых Т.И., Пуровская О.Г., Свиридова Т.В.** Функциональные наноструктурированные пленочные покрытия, содержащие W, Mo и/или их оксиды. *Нанотехника*. 2005. № 2. С. 54-59.
64. **Li Zhong-xue, Liu Jun.** Технология приготовления композитных покрытий Ni-Al₂O₃ и их свойства. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 1. P. 25-27.
65. **Szczygiel Bogdan, Kolodziej Malgorzata.** Composite Ni/Al₂O₃ coatings and their corrosion resistance. *Electrochim. Acta*. 2005. V. 50. N 20. P. 4188-4195.
66. **Li J., Sun Y., Sun X., Qiao J.** Mechanical and corrosion-resistance performance of electrodeposited titania-nickel nanocomposite coatings. *Surface Coat. Technol.* 2005. V. 192. N 2-3. P. 331-335.
67. **Steinhäuser S., Lampke T., Wielage B., Lies C.** Microstructure of different Ni-coatings influencing the corrosion behaviour. *Inż. Powierzchni*. 2005. N 2A. P. 109-116.
68. Nanopartikel im Einsatz gegen Korrosion. *Galvanotechnik*. 2005. V. 96. N 3. P. 681.
69. **Sang Fu-ming, Cheng Dan-hong.** Исследование коррозионной стойкости композитных покрытий Ni-нано SiO₂. *Huaxue gongye yu gongcheng jishu*. 2004. V. 25. N 1. P. 6-8, 9, i.
70. **Erlor F., Jakob C., Romanus H., Spiess L., Wielage B., Lampke T., Steinhäuser S.** Interface behaviour in nickel composite coatings with nano-particles of oxidic ceramic. *Electrochim. Acta*. 2003. V. 48. N 20-22. P. 3063-3070.
71. **Медялене В., Гладковас М., Матулюнис Э.** Коррозия никелевых покрытий в нейтральном и кислом соляном тумане. *Защита мет.* 2001. Т. 37. № 4. С. 374-379.
72. **Steinhäuser S.** Dispersionsschichten mit nanoskaligen Teilchen-Grundlagen und erste. Ergebnisse. IV. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 4. P. 940-956.
73. Elektrolytisch abgeschiedene Nickel/Zirkondioxid-Dispersionsschichten. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 1. P. 133.
74. **Peng X., Li T., Wu W.** Effect of La₂O₃ particles on the oxidation of electrodeposited nickel films. *Oxid. Metals*. 1999. V. 51. N 3-4. P. 291-315.
75. **Балакай В.И., Мурзенко К.В., Старунов А.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В.** Свойства композиционного электролитического покрытия никель - кобальт - оксид кремния - фторопласт. *Перспективные материалы*. 2017. № 12. С. 51-58.
76. **Kamnerdkhag Parunyoo, Free Michael L., Shah Akeel A., Rodchanarowan Aphichart.** The effects of duty cycles on pulsed current electrodeposition of Zn-Ni-Al₂O₃ composite on steel substrate: Microstructures, hardness and corrosion resistance. *Internat. J. Hydrogen Energy*. 2017. V. 42. N 32. P. 20783-20790.
59. **Tan Jun, Guo Wencai, Xu Binshi, Yang Hongjun.** Preparation of Ni/Nano-SiO₂ composite coatings by pulsed electrolytic (with a change in current direction) deposition with a movable contact. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2006. V. 26. N 4. P. 193-196.
60. **Li Zhi-lin, Liu Jian-jun, Guan Hai-ying.** Fabrication and properties of electrodeposited Ni/nano-TiO₂ composite coatings. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 7. P. 20-22.
61. **Zhang Wen-feng, Zhu Di.** Study of oxidation resistance of electrodeposited nanocomposite Ni-ZrO₂ coating. *Diandu yu tushi*. 2006. V. 25. N 5. P. 1-3.
62. **Kollia C., Patta C., Vassiliou P., Kasselouri V.** Ni/TiO₂ composite electrocoatings. *Rev. Met.* 2005. P. 227-231.
63. **Stepanova L.I., Bodrykh T.I., Purovskaya O.G., Sviridova T.V.** Functional nanostructured film coatings containing W, Mo and / or their oxides. *Nanotekhnika*. 2005. N 2. P. 54-59 (in Russian).
64. **Li Zhong-xue, Liu Jun.** Technology for the preparation of composite coatings Ni-Al₂O₃ and their properties. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 1. P. 25-27.
65. **Szczygiel Bogdan, Kolodziej Malgorzata.** Composite Ni/Al₂O₃ coatings and their corrosion resistance. *Electrochim. Acta*. 2005. V. 50. N 20. P. 4188-4195.
66. **Li J., Sun Y., Sun X., Qiao J.** Mechanical and corrosion-resistance performance of electrodeposited titania-nickel nanocomposite coatings. *Surface Coat. Technol.* 2005. V. 192. N 2-3. P. 331-335.
67. **Steinhäuser S., Lampke T., Wielage B., Lies C.** Microstructure of different Ni-coatings influencing the corrosion behaviour. *Inż. Powierzchni*. 2005. N 2A. P. 109-116.
68. Nanopartikel im Einsatz gegen Korrosion. *Galvanotechnik*. 2005. V. 96. N 3. P. 681.
69. **Sang Fu-ming, Cheng Dan-hong.** Investigation of the corrosion resistance of composite coatings Ni-nano SiO₂. *Huaxue gongye yu gongcheng jishu*. 2004. V. 25. N 1. P. 6-8, 9, i.
70. **Erlor F., Jakob C., Romanus H., Spiess L., Wielage B., Lampke T., Steinhäuser S.** Interface behaviour in nickel composite coatings with nano-particles of oxidic ceramic. *Electrochim. Acta*. 2003. V. 48. N 20-22. P. 3063-3070.
71. **Medyalene V., Gladkovas M., Matulionis E.** Corrosion of nickel coatings in neutral and sour salt fog. *Zashchita Met.* 2001. V. 37. N 4. P. 374-379 (in Russian).
72. **Steinhäuser S.** Dispersionsschichten mit nanoskaligen Teilchen-Grundlagen und erste. Ergebnisse. IV. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 4. P. 940-956.
73. Elektrolytisch abgeschiedene Nickel/Zirkondioxid-Dispersionsschichten. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 1. P. 133.
74. **Peng X., Li T., Wu W.** Effect of La₂O₃ particles on the oxidation of electrodeposited nickel films. *Oxid. Metals*. 1999. V. 51. N 3-4. P. 291-315.
75. **Balakai V.I., Murzenko K.V., Starunov A.V., Arzmanova A.V., Balakay I.V.** Properties of the composite electrolytic coating nickel - cobalt - silicon oxide - fluoroplastic. *Perspektivnyye Materialy*. 2017. N 12. P. 51-58 (in Russian).
76. **Kamnerdkhag Parunyoo, Free Michael L., Shah Akeel A., Rodchanarowan Aphichart.** The effects of duty cycles on pulsed current electrodeposition of Zn-Ni-Al₂O₃ composite on steel substrate: Microstructures, hardness and corrosion resistance. *Internat. J. Hydrogen Energy*. 2017. V. 42. N 32. P. 20783-20790.
77. **Balakai V.I., Murzenko K.V., Arzmanova A.V., Balakay I.V.** Properties of the composite electrolytic coating nickel - cobalt - alumina - fluoroplastic. *Perspektivnyye Materialy*. 2017. N 7. P. 62-70 (in Russian).

77. Балакай В.И., Мурзенко К.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В. Свойства композиционного электролитического покрытия никель - кобальт - оксид алюминия - фторопласт. *Перспективные материалы*. 2017. № 7. С. 62-70.
78. Liu Meixia, Huang Zhu, Li Tianbai, Ren Xingrun, Zhang Xuehui, Chen Hao. Effect of Al_2O_3 concentration on properties of Ni-W- Al_2O_3 composite coatings. *Youse jinshu kexue yu gongcheng*. 2016. V. 7. N 4. P. 55-60.
79. Chira Mihail, Vermesan Horatiu, Grunwald Ernest, Borodi Gheorghe. Tribological behavior of Zn-Ni layers electrodeposited on different substrates by various methods. *Galvanotechnik*. 2016. V. 107. N 9. P. 1790-1792, 1795-1806.
80. Zhang Pei, Sun Wan-chang, Tian Miao-miao, Wang Ying, Dong Chu-xu. Influences of ZrO_2 content and duty ratio on microstructure and corrosion resistance of Ni-Co- ZrO_2 composite coating. *Xiyou jinshu yu yingzhi hejin*. 2015. V. 43. N 6. P. 33-38.
81. Rao Nagaraj N. Bericht aus Indien. *Galvanotechnik*. 2014. V. 105. N 11. P. 2427-2430.
82. Chandrappa K.G., Venkatesha T.V. Generation of nanostructured CuO by electrochemical method and its Zn-Ni-CuO composite thin films for corrosion protection. *Materials and Corrosion*. 2013. V. 64. N 9. P. 831-839.
83. Blejan D., Muresan L.M. Corrosion behavior of Zn-Ni- Al_2O_3 nanocomposite coatings obtained by electrodeposition from alkaline electrolytes. *Materials and Corrosion*. 2013. V. 64. N 5. P. 433-438.
84. Мурзенко К.В., Набиева Д.Б., Балакай В.И. Износостойкость композиционного электролитического покрытия никель-кобальт-оксид алюминия, осажденного из хлоридного электролита. *Нанотехнол.: н. и пр-во*. 2014. № 2. С. 77-79.
85. Li Changjin, Wang Yanmin, Pan Zhidong. Wear resistance enhancement of electroless nanocomposite coatings via incorporation of alumina nanoparticles prepared by milling. *Materials Design*. 2013. V. 47. P. 443-448.
86. Коробова И.В. Структура и свойства композиционных электролитических покрытий на основе сплава никель-кобальт. *Вопр. химии и хим. технол.* 2011. № 4. С. 261-263, 342, 356.
87. Peng Chengzhang, Zhu Lingling. Влияние термической обработки на микроструктуру и коррозионную стойкость композиционных покрытий Ni-P/нано- Al_2O_3 . *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2011. V. 31. N 3. P. 179-183.
88. Gomes A., Almeida I., Frade T., Tavares A.C. Zn-TiO₂ and ZnNi-TiO₂ nanocomposite coatings: Corrosion behaviour. *Materials Science Forum*. 2010. V. 636. P. 1079-1083.
89. Ranganatha S., Venkatesha T.V., Vathsala K. Development of electroless Ni-Zn-P/nano-TiO₂ composite coatings and their properties. *Applied Surface Science*. 2010. V. 256. N 24. P. 7377-7383.
90. Wang Shao-hua, Wang Jun-li, Xu Rui-dong, Zhang Yu-zhi. Влияние длительности двойных импульсов на электроосаждение нанокompозита Ni-W-P/CeO₂-SiO₂. *Cailiao baohu*. 2010. V. 43. N 3. P. 34-37.
91. Yang Fang-Zu, Huang Ling, Xu Shu-Kai, Zhou Shao-Min. Приготовление, термическая обработка и коррозионное поведение аморфного композитного покрытия Ni-W/ZrO₂. *Wuli huaxue xuebao*. 2009. V. 25. N 5. P. 864-868.
92. Wang J.-C., Cheng X.-D., Li D.-H., Yang X.-L. Ni-W-ZrO₂ nanometer electrodeposition process. *Fushi yu fanghu*. 2005. V. 26. N 8. P. 338-340, 354.
78. Liu Meixia, Huang Zhu, Li Tianbai, Ren Xingrun, Zhang Xuehui, Chen Hao. Effect of Al_2O_3 concentration on properties of Ni-W- Al_2O_3 composite coatings. *Youse jinshu kexue yu gongcheng*. 2016. V. 7. N 4. P. 55-60.
79. Chira Mihail, Vermesan Horatiu, Grunwald Ernest, Borodi Gheorghe. Tribological behavior of Zn-Ni layers electrodeposited on different substrates by various methods. *Galvanotechnik*. 2016. V. 107. N 9. P. 1790-1792, 1795-1806.
80. Zhang Pei, Sun Wan-chang, Tian Miao-miao, Wang Ying, Dong Chu-xu. Influences of ZrO_2 content and duty ratio on microstructure and corrosion resistance of Ni-Co- ZrO_2 composite coating. *Xiyou jinshu yu yingzhi hejin*. 2015. V. 43. N 6. P. 33-38.
81. Rao Nagaraj N. Bericht aus Indien. *Galvanotechnik*. 2014. V. 105. N 11. P. 2427-2430.
82. Chandrappa K.G., Venkatesha T.V. Generation of nanostructured CuO by electrochemical method and its Zn-Ni-CuO composite thin films for corrosion protection. *Materials and Corrosion*. 2013. V. 64. N 9. P. 831-839.
83. Blejan D., Muresan L.M. Corrosion behavior of Zn-Ni- Al_2O_3 nanocomposite coatings obtained by electrodeposition from alkaline electrolytes. *Materials and Corrosion*. 2013. V. 64. N 5. P. 433-438.
84. Murzenko K.V., Nabieva D.B., Balakai V.I. Wear resistance of the composite electrolytic coating nickel-cobalt-alumina deposited from a chloride electrolyte. *Nanotekhnol.: nauka. i pr-vo*. 2014. N 2. P. 77-79 (in Russian).
85. Li Changjin, Wang Yanmin, Pan Zhidong. Wear resistance enhancement of electroless nanocomposite coatings via incorporation of alumina nanoparticles prepared by milling. *Materials Design*. 2013. V. 47. P. 443-448.
86. Korobova I.V. Structure and properties of composite electrolytic coatings based on nickel-cobalt alloy. *Vopr. khimii i khim. Tekhnol.* 2011. N 4. P. 261-263, 342, 356 (in Russian).
87. Peng Chengzhang, Zhu Lingling. Influence of heat treatment on the microstructure and corrosion resistance of Ni-P/nano- Al_2O_3 composite coatings. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2011. V. 31. N 3. P. 179-183.
88. Gomes A., Almeida I., Frade T., Tavares A.C. Zn-TiO₂ and ZnNi-TiO₂ nanocomposite coatings: Corrosion behaviour. *Materials Science Forum*. 2010. V. 636. P. 1079-1083.
89. Ranganatha S., Venkatesha T.V., Vathsala K. Development of electroless Ni-Zn-P/nano-TiO₂ composite coatings and their properties. *Applied Surface Science*. 2010. V. 256. N 24. P. 7377-7383.
90. Wang Shao-hua, Wang Jun-li, Xu Rui-dong, Zhang Yu-zhi. Effect of the duration of double pulses on the electrodeposition of a nanocomposite Ni-W-P/CeO₂-SiO₂. *Cailiao baohu*. 2010. V. 43. N 3. P. 34-37.
91. Yang Fang-Zu, Huang Ling, Xu Shu-Kai, Zhou Shao-Min. Preparation, heat treatment and corrosion behavior of an amorphous composite coating Ni-W/ZrO₂. *Wuli huaxue xuebao*. 2009. V. 25. N 5. P. 864-868.
92. Wang J.-C., Cheng X.-D., Li D.-H., Yang X.-L. Ni-W-ZrO₂ nanometer electrodeposition process. *Fushi yu fanghu*. 2005. V. 26. N 8. P. 338-340, 354.
93. Wang Ya-ling, Chen Fan-cai, Zhang Xiao-hua, Wen Jia-xin, Hu xiao-dong. Investigation of the process of obtaining a composite coating of nickel-iron-titanium oxide. *Diandu yu tushi*. 2008. V. 27. N 5. P. 6-8.
94. Yao Z.-K., Ma J., Li D.-Y., Liu H., Lu X.-L. Anticorrosion properties of amorphous Ni-P-Cr-TiO₂ composite deposit in seawater and in microbial environment. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu*. 2006. V. 18. N 6. P. 391-395.

93. **Wang Ya-ling, Chen Fan-cai, Zhang Xiao-hua, Wen Jia-xin, Hu xiao-dong.** Исследование процесса получения композиционного покрытия никель-железо-оксид титана. *Diandu yu tushi*. 2008. V. 27. N 5. P. 6-8.
94. **Yao Z.-K., Ma J., Li D.-Y., Liu H., Lu X.-L.** Anticorrosion properties of amorphous Ni-P-Cr-TiO₂ composite deposit in seawater and in microbial environment. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu*. 2006. V. 18. N 6. P. 391-395.
95. **Ma J., Shi Y., Di J., Yao Z., Liu H.** Effect of TiO₂ nanoparticles on anticorrosion property in amorphous Ni-P-Cr composite coating in artificial seawater and microbial environment. *Materials and Corrosion*. 2009. V. 60. N 4. P. 274-479.
96. **Salam Hamdy Abdel, Shoeib M.A., Hady H., Abdel Salam O.F.** Electroless deposition of ternary Ni-P alloy coatings containing tungsten or nano-scattered alumina composite on steel. *J. Appl. Electrochem*. 2008. V. 38. N 3. P. 385-394.
97. **Srivastava Meenu, Grips V.K. William, Rajam K.S.** Structure and properties of electrodeposited Ni-Co-YZA composite coatings. *J. Appl. Electrochem*. 2008. V. 38. N 5. P. 669-677.
98. **Shu Xia, Li Yun, Wu Yucheng, Huang Xinmin, Zheng Yuchun.** Electrodeposition preparation and corrosion resistance of Ni-W-ZrO₂ composite coatings. *Fuhe cailiao xuebao*. 2007. V. 24. N 6. P. 116-120.
99. **Yao Yingwu.** Effect of SiO₂ nano-particulates on corrosion behaviour of Ni-W/SiO₂ nanocomposite coatings. *Anti-Corros. Meth. and Mater*. 2007. V. 54. N 6. P. 336-340.
100. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Cyclic oxidation behaviour of electrodeposited Ni₃Al-CeO₂ base coatings at 1050 °C. *Corros. Sci*. 2007. V. 49. N 9. P. 3453-3478.
101. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Coke formation and metal dusting of electroplated Ni₃Al-CeO₂-based coatings in CO-H₂-H₂O. *Corros. Sci*. 2007. V. 49. N 11. P. 4134-4153.
102. **Popczyk Magdalena, Kubisztal Julian, Budniok Antoni.** Structure and electrochemical characterization of electrolytic Ni+Mo+Si composite coatings in an alkaline solution. *Electrochim. Acta*. 2006. V. 51. N 27. P. 6140-6144.
103. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Cyclic oxidation behavior of electrodeposited Ni₃Al-CeO₂ base coatings at 850 °C. *Oxid. Metals*. 2005. V. 64. N 5-6. P. 331-354.
104. **Hino M., Hiramatsu M., Murakami K., Saijo A., Konadani T.** Electroplated Zn-Ni-SiO₂ composite coatings treated with a silane coupling agent to replace chromating. *Acta met. Sin*. 2005. V. 18. N 3. P. 416-422.
105. **Yang Fang-zu, Huang Bing-qiang, Huang Ling, Xu Shu-kai, Zhou Shao-min.** Коррозионно-электрохимическое поведение покрытий на основе никелевых сплавов в соляной кислоте. *Diandu yu jingshi*. 2005. V. 27. N 4. P. 1-4.
106. **Hino Makoto, Hiramatsu Minoru.** Силановая защита для цинк-никель-кремнезем композитного покрытия, нанесенного из сульфатных растворов. *Ryusan to kogyo*. 2005. V. 58. N 7. P. 120-126.
107. **Wang Jun-li, Xu Rui-dong, Long Jin-ming, Guo Zhong-cheng.** Свойства приготовленных импульсным электроосаждением композитных покрытий RE-Ni-W-B-политетрафторэтилен-Al₂O₃. *Cailiao baohu*. 2005. V. 38. N 3. P. 18-20.
108. **Yang Fang-Zu, Ma Zhao-Hai, Huang Ling, Xu Shu-Kai, Zhou Shao-Min.** Электроосаждение, структура и свойства аморфных композитных покрытий Ni-W-B/ZrO₂. *Wuli huaxue xuebao*. 2004. V. 20. N 12. P. 1411-1416.
95. **Ma J., Shi Y., Di J., Yao Z., Liu H.** Effect of TiO₂ nanoparticles on anticorrosion property in amorphous Ni-P-Cr composite coating in artificial seawater and microbial environment. *Materials and Corrosion*. 2009. V. 60. N 4. P. 274-479.
96. **Salam Hamdy Abdel, Shoeib M.A., Hady H., Abdel Salam O.F.** Electroless deposition of ternary Ni-P alloy coatings containing tungsten or nano-scattered alumina composite on steel. *J. Appl. Electrochem*. 2008. V. 38. N 3. P. 385-394.
97. **Srivastava Meenu, Grips V.K. William, Rajam K.S.** Structure and properties of electrodeposited Ni-Co-YZA composite coatings. *J. Appl. Electrochem*. 2008. V. 38. N 5. P. 669-677.
98. **Shu Xia, Li Yun, Wu Yucheng, Huang Xinmin, Zheng Yuchun.** Electrodeposition preparation and corrosion resistance of Ni-W-ZrO₂ composite coatings. *Fuhe cailiao xuebao*. 2007. V. 24. N 6. P. 116-120.
99. **Yao Yingwu.** Effect of SiO₂ nano-particulates on corrosion behaviour of Ni-W/SiO₂ nanocomposite coatings. *Anti-Corros. Meth. and Mater*. 2007. V. 54. N 6. P. 336-340.
100. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Cyclic oxidation behaviour of electrodeposited Ni₃Al-CeO₂ base coatings at 1050 °C. *Corros. Sci*. 2007. V. 49. N 9. P. 3453-3478.
101. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Coke formation and metal dusting of electroplated Ni₃Al-CeO₂-based coatings in CO-H₂-H₂O. *Corros. Sci*. 2007. V. 49. N 11. P. 4134-4153.
102. **Popczyk Magdalena, Kubisztal Julian, Budniok Antoni.** Structure and electrochemical characterization of electrolytic Ni+Mo+Si composite coatings in an alkaline solution. *Electrochim. Acta*. 2006. V. 51. N 27. P. 6140-6144.
103. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Cyclic oxidation behavior of electrodeposited Ni₃Al-CeO₂ base coatings at 850 °C. *Oxid. Metals*. 2005. V. 64. N 5-6. P. 331-354.
104. **Hino M., Hiramatsu M., Murakami K., Saijo A., Konadani T.** Electroplated Zn-Ni-SiO₂ composite coatings treated with a silane coupling agent to replace chromating. *Acta Met. Sin*. 2005. V. 18. N 3. P. 416-422.
105. **Yang Fang-zu, Huang Bing-qiang, Huang Ling, Xu Shu-kai, Zhou Shao-min.** Corrosion-electrochemical behavior of coatings based on nickel alloys in hydrochloric acid. *Diandu yu jingshi*. 2005. V. 27. N 4. P. 1-4.
106. **Hino Makoto, Hiramatsu Minoru.** Silane protection for zinc-nickel-silica composite coating applied from sulfate solutions. *Ryusan to kogyo*. 2005. V. 58. N 7. P. 120-126.
107. **Wang Jun-li, Xu Rui-dong, Long Jin-ming, Guo Zhong-cheng.** Properties of pulsed electrodeposition of composite coatings RE-Ni-W-B-polytetrafluoroethylene-Al₂O₃. *Cailiao baohu*. 2005. V. 38. N 3. P. 18-20.
108. **Yang Fang-Zu, Ma Zhao-Hai, Huang Ling, Xu Shu-Kai, Zhou Shao-Min.** Electrodeposition, structure and properties of amorphous composite coatings Ni-W-B/ZrO₂. *Wuli huaxue xuebao*. 2004. V. 20. N 12. P. 1411-1416.
109. **Zhao Lu-lu, Jin Hong, Jin Yan, Li Meng-ke.** Study of Ni-P-nano-SiO₂ composite coatings obtained by electrolysis and their corrosion resistance. *Liaoning shifan daxue xuebao. Ziran kexue ban*. 2004. V. 27. N 3. P. 288-291.
110. **Wu Gang, Li Ning, Zhou Derui, Mitsuo Kurachi.** Microstructure and properties of Co-Ni-Al₂O₃ composite coatings at high temperature. *Fuhe cailiao xuebao*. 2004. V. 21. N 2. P. 8-13.

109. **Zhao Lu-lu, Jin Hong, Jin Yan, Li Meng-ke.** Изучение полученных электролизом композитных покрытий Ni-P-нано-SiO₂ и их коррозионная стойкость. Liaoning shifan дахе хуебао. *Ziran kexue ban.* 2004. V. 27. N 3. P. 288-291.
110. **Wu Gang, Li Ning, Zhou Derui, Mitsuo Kurachi.** Микроструктура и свойства композитных покрытий Co-Ni-Al₂O₃ при высокой температуре. *Fuhe cailiao хуебао.* 2004. V. 21. N 2. P. 8-13.
111. **Popczyk Magdalena, Budniok Antoni, Cybo Jerzy, Sluzalek Grzegorz.** Struktura i wlasciwosci warstw kompozytowych na osnowie amorficznego niklu modyfikowanych wolframem lub tlenkiem niklu. *Kompozyty.* 2002. V. 2. N 3. P. 68-72.
112. **Starosta R., Chabowski R.** Badania potencjodynamiczne elektrolitycznych powlok dyspersyjnych. *Ochr. koroz.* 2002. V. 45. N 11A. P. 209-213.
113. **Jiang Shi-hang, Zhang Jing-yao, Liu Jian-hong.** Electroplating a composite coating Ni-P/Al₂O₃. *Jinshu rechuli.* 2002. V. 27. N 11. P. 20-22.
114. **Liqun Z., Qunpeng Z., Jianhua L.** Amorphous nickel-tungsten-boron composite electrodeposits with zirconium oxide particles. *Metal Finish.* 2001. V. 99. N 7. P. 28-30.
115. **Wang Hongyan, Zhou Sumin.** Исследования методами РЭС и ОЭС композиционного покрытия Ni-P-SiO₂. *Guangpuxue yu guangpu fenxi.* 2000. V. 20. N 4. P. 553-555.
116. **Maharana H.S., Basu A.** Effects of Different Surfactants on Structural, Tribological and Electrical Properties of Pulsed Electro-Codeposited Cu-ZrO₂ Composite Coatings. *J. Mater. Eng. Perform.* 2018. V. 27. N 4. P. 1854-1865.
117. **Grześ J.** Intermediate layers deposited by the brush plating method. *Welding International.* 2015. V. 29. N 12. P. 951-955.
118. **Veeramani V., Dinesh B., Chen S.-M., Saraswathi R.** Electrochemical synthesis of Au-MnO₂ on electrophoretically prepared graphene nanocomposite for high performance supercapacitor and biosensor applications. *J. Mater. Chem. A.* 2016. V. 4. N 9. P. 3304-3315.
119. **Harthoj Anders, Holt Tobias, Moller Per.** Oxidation behaviour and electrical properties of cobalt/cerium oxide composite coatings for solid oxide fuel cell interconnects. *J. Power Sources.* 2015. V. 281. P. 227-237.
120. **Данилов Ф.И., Проценко В.С., Васильева Е.А., Сменова И.В.** Кинетические закономерности осаждения композиционных гальванопокрытий Fe-ZrO₂ (+3%Y₂O₃). *Вопр. химии и хим. технологии.* 2014. № 1. С. 144-148, 182, 191.
121. **Lee C., Jeong S, Myung N., Rajeshwar K.** Preparation of Au-Bi₂O₃ nanocomposite by anodic electrodeposition combined with galvanic replacement. *J. Electrochem. Soc.* 2014. V. 161. N 10. P. D499-D503.
122. **Nakano Hiroaki, Oue Satoshi, Annoura Yasunori, Nagai Takaaki, Oho Naoto, Fukushima Hisaaki.** Electrodeposition of Zn-V oxide composite from strong agitated solution without dispersed particles. *Feramu.* 2014. V. 19. N 3. P. 376-382.
123. **Basheer R., Ganga G., Chandran R.K., Nair G.M., Nair M.B., Shibli S.M.** Effect of W-TiO₂ composite to control microbiologically influenced corrosion on galvanized steel. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2013. V. 97. N 12. P. 5615-5625. DOI: 10.1007/s00253-012-4389-1.
124. **Nemes Patrick Ioan, Cotolan Nicoleta, Muresan Liana Maria.** Corrosion behaviour of composite coatings obtained by electrolytic codeposition of zinc with nanoparticles of CeO₂ZrO₂ binary oxides. *Studia Universitatis Babes-Bolyai. Ser.* 2013. V. 58. N 1. P. 81-91.
125. **Bozzini B., Tondo E., Raffa. P., Boniardi M.** Electrodeposition of Y₂O₃-Au composite coatings for SOFC interconnects: In situ monitoring of film growth by surface enhanced Raman spectroscopy. *Transact. Institute Metal Finish.* 2012. V. 90. N 1. P. 30-37.
111. **Popczyk Magdalena, Budniok Antoni, Cybo Jerzy, Sluzalek Grzegorz.** Struktura i wlasciwosci warstw kompozytowych na osnowie amorficznego niklu modyfikowanych wolframem lub tlenkiem niklu. *Kompozyty.* 2002. V. 2. N 3. P. 68-72.
112. **Starosta R., Chabowski R.** Badania potencjodynamiczne elektrolitycznych powlok dyspersyjnych. *Ochr. koroz.* 2002. V. 45. N 11A. P. 209-213.
113. **Jiang Shi-hang, Zhang Jing-yao, Liu Jian-hong.** Electroplating a composite coating Ni-P/Al₂O₃. *Jinshu rechuli.* 2002. V. 27. N 11. P. 20-22.
114. **Liqun Z., Qunpeng Z., Jianhua L.** Amorphous nickel-tungsten-boron composite electrodeposits with zirconium oxide particles. *Metal Finish.* 2001. V. 99. N 7. P. 28-30.
115. **Wang Hongyan, Zhou Sumin.** RES and OEC studies of the Ni-P-SiO₂ composite coating. *Guangpuxue yu guangpu fenxi.* 2000. V. 20. N 4. P. 553-555.
116. **Maharana H.S., Basu A.** Effects of Different Surfactants on Structural, Tribological and Electrical Properties of Pulsed Electro-Codeposited Cu-ZrO₂ Composite Coatings. *J. Mater. Eng. Perform.* 2018. V. 27. N 4. P. 1854-1865.
117. **Grześ J.** Intermediate layers deposited by the brush plating method. *Welding International.* 2015. V. 29. N 12. P. 951-955.
118. **Veeramani V., Dinesh B., Chen S.-M., Saraswathi R.** Electrochemical synthesis of Au-MnO₂ on electrophoretically prepared graphene nanocomposite for high performance supercapacitor and biosensor applications. *J. Mater. Chem. A.* 2016. V. 4. N 9. P. 3304-3315.
119. **Harthoj Anders, Holt Tobias, Moller Per.** Oxidation behaviour and electrical properties of cobalt/cerium oxide composite coatings for solid oxide fuel cell interconnects. *J. Power Sources.* 2015. V. 281. P. 227-237.
120. **Danilov F.I., Protsenko V.S., Vasilieva E.A., Sменова I.V.** Kinetic laws of deposition of composite Fe-ZrO₂ electroplated coatings (+ 3% Y₂O₃). *Vopr. khimii i khim. tekhnologii.* 2014. N 1. P. 144-148, 182, 191 (in Russian).
121. **Lee C., Jeong S, Myung N., Rajeshwar K.** Preparation of Au-Bi₂O₃ nanocomposite by anodic electrodeposition combined with galvanic replacement. *J. Electrochem. Soc.* 2014. V. 161. N 10. P. D499-D503.
122. **Nakano Hiroaki, Oue Satoshi, Annoura Yasunori, Nagai Takaaki, Oho Naoto, Fukushima Hisaaki.** Electrodeposition of Zn-V oxide composite from strong agitated solution without dispersed particles. *Feramu.* 2014. V. 19. N 3. P. 376-382.
123. **Basheer R., Ganga G., Chandran R.K., Nair G.M., Nair M.B., Shibli S.M.** Effect of W-TiO₂ composite to control microbiologically influenced corrosion on galvanized steel. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2013. V. 97. N 12. P. 5615-5625. DOI: 10.1007/s00253-012-4389-1.
124. **Nemes Patrick Ioan, Cotolan Nicoleta, Muresan Liana Maria.** Corrosion behaviour of composite coatings obtained by electrolytic codeposition of zinc with nanoparticles of CeO₂ZrO₂ binary oxides. *Studia Universitatis Babes-Bolyai. Ser.* 2013. V. 58. N 1. P. 81-91.
125. **Bozzini B., Tondo E., Raffa. P., Boniardi M.** Electrodeposition of Y₂O₃-Au composite coatings for SOFC interconnects: In situ monitoring of film growth by surface enhanced Raman spectroscopy. *Transact. Institute Metal Finish.* 2012. V. 90. N 1. P. 30-37.
126. **Kumar M.K. P., Venkatesha T.V., Pavithra M.K., Shetty A.N.** A study on corrosion behavior of electrodeposited Zn-rutile TiO₂ composite coatings. *Synth. Reactiv. Inorg., Metal-Organic, Nano-Metal Chem.* 2012. V. 42. N 10. P. 1426-1434.

126. **Kumar M.K. P., Venkatesha T.V., Pavithra M.K., Shetty A.N.** A study on corrosion behavior of electrodeposited Zn-rutile TiO₂ composite coatings. *Synth. Reactiv. Inorg., Metal-Organic, Nano-Metal Chem.* 2012. V. 42. N 10. P. 1426-1434.
127. **Величенко А.Б., Кныш В.А., Дмитрикова Л.В., Девильи Д.** Композиционные материалы на основе диоксида свинца: получение, физико-химические свойства и электрокаталитическая активность. *Вопр. химии и хим. технологии.* 2011. № 4. Ч. 1. С. 110-112, 334, 349.
128. **Воробьева Т.Н., Насонова Д.И.** Осаждение на алюминий покрытий из пирофосфатного электролита меднения, содержащего наночастицы диоксида олова. *Гальванотехника и обработка поверхности.* 2012. Т. 20. № 2. С. 22-31.
129. **Vathsala Kanagalasara, Venkatesha Thimmappa Venkatarangaiah.** Zn-ZrO₂ nanocomposite coatings: Electrodeposition and evaluation of corrosion resistance. *Applied Surface Science.* 2011. V. 257. N 21. P. 8929-8936.
130. **Yang Sen.** Влияние содержания Al₂O₃ на качество покрытий Fe, полученных из низкотемпературной ванны для осаждения Fe. *Cailiao baohu.* 2010. V. 43. N 8. P. 63-64.
131. **Pop A.V., Bulea C., David B., Ciomos Dorina, Muresan Liana.** Effect of TiO₂ nanoparticles on structure and morphology of Zn anticorrosive coatings. *Stud. Un-tis Babeş-Bolyai. Ser.* 2009. V. 54. N 2. P. 81-88.
132. **Shibli S.M.A., Francis Chacko, Divya C.** Al₂O₃-ZrO₂ mixed oxide composite incorporated aluminium rich zinc coatings for high wear resistance. *Corros. Sci.* 2010. V. 52. N 2. P. 518-525.
133. **Liu De-li, Li Ning, Cheng Jin-ning, Zhou Zi-heng.** Композитные покрытие Zn/нано-SiO₂, полученное электроосаждением при высокоскоростном перемешивании. *Diandu yu jingshi.* 2009. V. 31. N 5. P. 13-17.
134. **Zamblau I., Varvara S., Bulea C., Muresan L.M.** Corrosion behavior of composite coatings obtained by electrolytic codeposition of copper with Al₂O₃ nanoparticles. *Chem. Bi-ochem. Eng. Quart.* 2009. V. 23. N 1. P. 43-52, 122.
135. **Салахова Р.К.** Хромирование в электролите, содержащем соли трехвалентного хрома и нанопорошки, как альтернатива хромированию из стандартных электролитов. *Изв. Самар. науч. центра РАН.* 2008. С. 77-82.
136. **Surviliene S., Lisowska-Oleksiak A., Češuniene A.** Effect of ZrO₂ on corrosion behaviour of chromium coatings. *Corros. Sci.* 2008. V. 50. N 2. P. 338-344.
137. **Romankiewicz K., Bohnet J., Metzner M., Käszmann H.** Chromdispersionsabscheidung - Veränderung der Schichtgeigenschaften durch nanoskalige Feststoffe. IV. *Galvanotechnik.* 2007. V. 98. N 12. P. 2906-2919.
138. **Тюриков Е.В.** Свойства хромовых покрытий, полученных в электролитах, содержащих нанопорошок оксида алюминия. *Коррозия: матер., защита.* 2007. № 11. С. 33-37.
139. **Лубнин Е.Н., Поляков Н.А., Полукаров Ю.М.** Электроосаждение хрома из сульфатно-оксалатных растворов, содержащих наночастицы оксида алюминия и карбида кремния. *Защита мет.* 2007. Т. 43. № 2. С. 199-206.
140. **Гузун М.В., Бобанова Ж.И., Вида-Симити Иоан, Жумате Николае.** Структура, физико-механические и эксплуатационные свойства композиционных покрытий на основе железа и его сплавов. *Электрон. обраб. матер.* 2006. № 5. С. 20-27.
141. **Винокуров Е.Г., Арсенкин А.М., Григорович К.В., Бондарь В.В.** Электроосаждение модифицированных дисперсными частицами хромовых покрытий и их физико-механические свойства. *Защита мет.* 2006. Т. 42. № 3. С. 312-316.
127. **Velichenko A.B., Knysh V.A., Dmitrikova L.V., Deville D.** Composite materials based on lead dioxide: production, physicochemical properties and electrocatalytic activity. *Vopr. khimii i khim. tekhnologii.* 2011. N 4. Pt. 1. P. 110-112, 334, 349 (in Russian).
128. **Vorobyova T.N., Nasonova D.I.** The deposition on aluminum of coatings from pyrophosphate electrolyte copper plating containing nanoparticles of tin dioxide. *Galvanotekhnika i obrabotka poverkhnosti.* 2012. V. 20. N 2. P. 22-31 (in Russian).
129. **Vathsala Kanagalasara, Venkatesha Thimmappa Venkatarangaiah.** Zn-ZrO₂ nanocomposite coatings: Electrodeposition and evaluation of corrosion resistance. *Applied Surface Science.* 2011. V. 257. N 21. P. 8929-8936.
130. **Yang Sen.** Influence of Al₂O₃ content on the quality of Fe coatings obtained from a low-temperature bath for Fe deposition. *Cailiao baohu.* 2010. V. 43. N 8. P. 63-64.
131. **Pop A.V., Bulea C., David B., Ciomos Dorina, Muresan Liana.** Effect of TiO₂ nanoparticles on structure and morphology of Zn anticorrosive coatings. *Stud. Un-tis Babeş-Bolyai. Ser.* 2009. V. 54. N 2. P. 81-88.
132. **Shibli S.M.A., Francis Chacko, Divya C.** Al₂O₃-ZrO₂ mixed oxide composite incorporated aluminium rich zinc coatings for high wear resistance. *Corros. Sci.* 2010. V. 52. N 2. P. 518-525.
133. **Liu De-li, Li Ning, Cheng Jin-ning, Zhou Zi-heng.** Composite Zn/nano-SiO₂ coating obtained by electrodeposition with high speed stirring. *Diandu yu jingshi.* 2009. V. 31. N 5. P. 13-17.
134. **Zamblau I., Varvara S., Bulea C., Muresan L.M.** Corrosion behavior of composite coatings obtained by electrolytic codeposition of copper with Al₂O₃ nanoparticles. *Chem. Bi-ochem. Eng. Quart.* 2009. V. 23. N 1. P. 43-52, 122.
135. **Salakhova R.K.** Chrome plating in an electrolyte containing trivalent chromium salts and nanopowders as an alternative to chromium plating from standard electrolytes. *Izv. Samar. nauch. centra RAN.* 2008. P. 77-82.
136. **Surviliene S., Lisowska-Oleksiak A., Češuniene A.** Effect of ZrO₂ on corrosion behaviour of chromium coatings. *Corros. Sci.* 2008. V. 50. N 2. P. 338-344.
137. **Romankiewicz K., Bohnet J., Metzner M., Käszmann H.** Chromdispersionsabscheidung - Veränderung der Schichtgeigenschaften durch nanoskalige Feststoffe. IV. *Galvanotechnik.* 2007. V. 98. N 12. P. 2906-2919.
138. **Тюриков Е.В.** Properties of chromium coatings obtained in electrolytes containing aluminum oxide nanopowder. *Korroziya: mater., zashchita.* 2007. N 11. P. 33-37 (in Russian).
139. **Lubnin E.N., Polyakov N.A., Polukarov Yu.M.** Electrodeposition of chromium from sulfate-oxalate solutions containing nanoparticles of aluminum oxide and silicon carbide. *Zashchita met.* 2007. V. 43. N 2. P. 199-206 (in Russian).
140. **Guzun M.V., Bobanova J.I., Vida-Simiti Ioan, Zhumate Nicolae.** The structure, physical, mechanical and operational properties of composite coatings based on iron and its alloys. *Elektron. obrab. mater.* 2006. N 5. P. 20-27 (in Russian).
141. **Vinokurov E.G., Arsenkin A.M., Grigorovich K.V., Bondar V.V.** Electrodeposition and physico-mechanical properties of chromium coatings modified with disperse particles. *Protection of Metals.* 2006. V. 42. N 3. P. 290-294.
142. **Plieth W., Wunsche F., Azizi M., Schneider W., DeVogelaere M., Michelsen-Mohammadein U.** Dispersions-schichten - Mechanismen und Möglichkeiten technischer Nutzung. *Galvanotechnik.* 2005. V. 96. N 6. P. 1328-1334.
143. **Ekilik G.N., Chernyavina V.V.** Corrosive behavior of a metal oxide composite coating in acidic environments. *Technol. met.* 2005. N 1. P. 20-22 (in Russian).

142. **Plieth W., Wunsche F., Azizi M., Schneider W., DeVo-gelaere M., Michelsen-Mohammadein U.** Disper-soinsschichten - Mechanismen und Möglichkeiten technischer Nutzung. *Galvanotechnik*. 2005. V. 96. N 6. P. 1328-1334.
143. **Экилик Г.Н., Чернявина В.В.** Коррозионное поведе-ние металл-оксидного композиционного покрытия в кислых средах. *Технол. мет.* 2005. № 1. С. 20-22.
144. **Zhu L., Peng X., Yan J., Wang F.** Oxidation of a novel chromium coating with CeO₂ dispersions. *Oxid. Metals*. 2004. V. 62. N 5-6. P. 411-426.
145. **Экилик Г.Н., Чернявина В.В.** Коррозионное поведе-ние металл-оксидного композиционного покрытия в кислых средах. *Коррозия: матер., защита*. 2004. № 11. С. 20-22.
146. **Luo Xinyi, He Jianping, Li Shunlin.** CeO₂/Zn nanocompo-site coating by electrodeposition. *Trans. Nanjing Univ. Aer-on. and Astron.* 2002. V. 19. N 2. P. 161-165.
147. **Сайфуллин Р.С., Фомина Р.Е., Мингазова Г.Г., Хай-даров Р.А.** Электроосаждение медных покрытий из вана-дат- и молибдатсодержащих электролитов с суспен-дированным диоксидом титана. *Защита мет.* 2002. Т. 38. № 5. С. 530-533.
148. **Azizi M., Schneider W., Plieth W.** Zink-Dispersionsschichten - eine mögliche Alternative zu Zinklegierungen. *Galvanotech-nik*. 2002. V. 93. N 3. P. 656-662.
149. **Benea Lidia.** Comparative corrosion studies of composite coating by impedance spectroscopy method. *Rev. Roum. chim.* 2000. V. 45. N 3. P. 255-261.
150. **Абдуллин И.А.** Модификация свойств композицион-ных электрохимических покрытий с матрицей из желе-за. *Электрон. обраб. матер.* 2000. № 6. С. 23-26, 79.
151. **Fontenay Frank, Andersen Lasse B., Möller Per.** Elec-troplating and characterisation of zinc composite coatings. IV. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 4. P. 928-939.
152. **Абдуллин И.А.** Структура и составы композиционных электрохимических покрытий с матрицей из свинца, полученных в режимах постоянного и периодического тока. *Электрон. обраб. матер.* 2001. № 1. С. 9-13, 88.
153. **Бобанова Ж.И., Мичукова Н.Ю., Сидельникова С.П.** Электроосаждение сплавов железа и композиционных покрытий на их основе. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2000. Т. 8. № 2. С. 117-24.
154. **GuoYan-qing, SongRen-guo, ChenLiang, GeYun-jie, WangChao, SongRuo-xi.** Effect of nanoscale alumina addi-tive on microstructure as well as corrosion resistance and wear resistance of electroplated copper- tin alloy coatings. *Cailiao baohu*. 2015. V. 48. N 2. P. 01-04.
155. **Sarma Biplab, Smith York R., Mohanty Swomitra K., Misra Mano.** Electrochemical deposition of CdO on anod-ized TiO₂ nanotube arrays for enhanced photoelectrochem-ical properties. *Mater. Lett.* 2012. V. 85. P. 33-36.
156. **Ревенко В.Г., Козлова Т.В., Астахов Г.А., Чернова Г.П., Богдашкина Н.Л.** Коррозионное и электрохими-ческое поведение композиционных электролитических покрытий на основе железа. *Защита мет.* 2003. Т. 39. № 1. С. 84-87.
157. **Dan Yuan yuan, Lu Haiyan, Liu Xiaolei, Lin Haibo, Zhao Jingzhe.** Ti/PbO₂+nano-Co₃O₄ composite electrode material for electrocatalysis of O₂ evolution in alkaline solu-tion. *Internat. J. Hydrogen Energy*. 2011. V. 36. N 3. P. 1949-1954.
158. **Huang Lin-yuan, Li Da-guang, He Xiang-zhu, Fu Wei-qin, Zhao Yu.** Технология электроосаждения композит-ного покрытия Cr-Fe-ZrO₂. *Cailiaobaohu*. 2010. V. 43. N 10. P. 42-45.
159. **Bulea C.C., Mate A., Grünwald E., Vermesan H.** Cink-kobalt-krómháromkomponensű ötvözetegyüttesleválaszt-ásanoméretű szilícium-dioxiddal. *Korróz. figy.* 2010. V. 50. N 1. P. 11-15, 2.
160. **Fan Yun-Ying, Zhang Ying-Jie, Dong Peng.** Preparation and property of electrodeposited Zn-Fe-SiO₂ composite coating. *Key Eng. Mater.* 2008. N 373-374. P. 212-215.
161. **Reshetov V.A., Frolova O.V., Romadenkina S.B., Niko-laychuk A.N.** Obtaining composite protective coatings on

- ásananoméretü szilícium-dioxiddal. *Korróz. figy.* 2010. V. 50. N 1. P. 11-15, 2.
160. **Fan Yun-Ying, Zhang Ying-Jie, Dong Peng.** Preparation and property of electrodeposited Zn-Fe-SiO₂ composite coating. *Key Eng. Mater.* 2008. N 373-374. P. 212-215.
 161. **Решетов В.А., Фролова О.В., Ромаденкина С.Б., Николайчук А.Н.** Получение композиционных защитных покрытий на алюминии и его сплавах реверсным гальваностатическим способом. *Электрохим. энерг.* 2007. Т. 7. № 4. С. 219-221.
 162. **Ma Xu, YaoSu-Wei, ZhangWei-Guo, WangHong-Zhi.** Структура и коррозия электроосажденных нанокomпозитных покрытий Fe-W-ZrO₂. *Wuli huaxue xuebao.* 2007. V. 23. N 10. P. 1617-1621.
 163. **Fan Yunying, Zhang Yingjie, Chen Zhen, Dong Peng, Luo Shaolin.** Investigation of the properties of Zn-Fe-SiO₂ composite coatings. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao.* 2005. V. 25. N 5. P. 317-320.
 164. **Abdel Hamid. Z.** Thermodynamic parameters of electro-deposition of Zn-Co-TiO₂ composite coatings. *Anti-Corros. Meth. and Mater.* 2001. V. 48. N 4. P. 235-240.
 165. **Shu Yu-de, Deng Zhao-yang, Xie Qin.** Study of the deposition of the composite coating (Zn-Co)-TiO₂. *Diandu yu jingshi.* 2000. V. 22. N 6. P. 12-16.
 166. **Yar-Mukhamedova G.Sh.** Modified composite chromium-based electrolytic coatings. *Fiz.-khim. mekh. mater.* 1999. V. 35. N 4. P. 135-136 (in Russian).
 167. **Xu Yunfei.** Investigation on reparation of slight-damaged outer surface of alloy steel guide sleeve. *Diandu yu jingshi.* 2017. V. 39. N 9. P. 33-37.
 168. **Wang Hongxing, Mao Xiangyang.** Effect of attapulgit added in plating bath on the properties of Ni/TiC nanocomposite coatings. *J. Wuhan Univ. Technol.* 2017. V. 32. N 2. P. 250-255.
 169. **Ji Wen-zhe, Wang Shou-zhong.** Preparation and tribological property of Ni/nano – SiC composite coatings. *Cailiao baohu.* 2016. V. 49. N 2. P. 10-13.
 170. **Галевский Г.В., Руднева В.В., Гарбузова А.К.** Электроосаждение, структура и свойства композиционного покрытия "никель-карбид титана". *Науч.-технич. ведомости СПбГТУ.* 2015. № 1. С. 154-164.
 171. **Mohajeri S., Dolati A., Rezagholibeiki S.** Electrodeposition of Ni/WC nano composite in sulfate solution. *Mater. Chem. Phys.* 2011. V. 129. N 3. P. 746-750.
 172. **Wang. P., Cheng Y., Zhang Z.** Влияние способа предварительной обработки наночастиц карбида кремния на свойства электроосажденных нанокomпозитных покрытий Ni-SiC. *Cailiao baohu.* 2010. V. 43. N 11. P. 23-25.
 173. **Amadeh A., Rahimi A., Farshchian B., Moradi H.** Corrosion behavior of pulse electrodeposited nanostructure Ni-SiC composite coatings. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2010. V. 10. N 8. P. 5383-5388.
 174. **Wu Jun-sheng, Li Xiao-gang, Kong Ming, Dong Chao-fang.** Влияние размера частиц SiC на стойкость к износу и коррозии электроосажденных композитных покрытий Ni-SiC. *Zhongguo youse jinshu xuebao.* 2010. V. 20. N 1. P. 125-131.
 175. **Oh T.-S., Lee J.-H., Byun J.-Y., Oh T.-S.** Effects of the additives and current density on the electrodeposition behavior and mechanical properties of the Ni-SiC composite coatings. *Key Eng. Mater.* 2007. N 345-346. P. 1533-1536.
 176. **Su L.-M., Yu R.-L., Wu Y.-D., Li J., Wang C.-L., Xue W.-Z.** Composite coating technology and its application to rotary engine. *Fushi yu fanghu.* 2005. V. 26. N 2. P. 67-68, 71.
 177. **Wu H., Li X.-S., Yan C.-W., Tie J.** Preparation and wear performance of electrodeposited Ni - SiC composite coatings with nano- sized SiC addition. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 6. P. 399-401.
 178. **Wang L.-Q., Wu H., Tie J., Van C.-W.** Preparation technology and properties of electrodeposited Ni/NANO SiC composite coatings. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 4. P. 230-233.
 179. **aluminum and its alloys by reverse galvanostatic method. Elektrokhim. Energ. 2007. V. 7. N 4. P. 219-221 (in Russian).**
 162. **Ma Xu, Yao Su-Wei, Zhang Wei-Guo, Wang Hong-Zhi.** Structure and corrosion of electrodeposited nanocomposite coatings Fe-W-ZrO₂. *Wuli huaxue xuebao.* 2007. V. 23. N 10. P. 1617-1621.

177. **Wu H., Li X.-S., Yan C.-W., Tie J.** Preparation and wear performance of electrodeposited Ni - SiC composite coatings with nano- sized SiC addition. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu*. 2005. V. 17. N 6. P. 399-401.
178. **Wang L.-Q., Wu H., Tie J., Van C.-W.** Preparation technology and properties of electrodeposited Ni/NANO SiC composite coatings. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu*. 2005. V. 17. N 4. P. 230-233.
179. Tribocorrosion behaviour of Ni-SiC nano-structured composite coatings obtained by electrodeposition. *Internat. J. Sci. Technol. Frict. Lubricat. Wear*. 2009. V. 266. N 3-4. P. 398-405.
180. **Li Xue-song, Wu Hua, Yang You, Jiang Zhong-hao.** Микроструктура и свойства наноструктурных композиционных покрытий Ni-NiC, полученных катодным электроосаждением на магниевый сплав MB8. *Zhongguo youse jinshu xuebao*. 2008. V. 18. N 7. P. 1261-1267.
181. **Vaezi M.R., Sadrnezhad S.K., Nikzad L.** Electrodeposition of Ni-SiC nano-composite coatings and evaluation of wear and corrosion resistance and electroplating characteristics. *Internat. J. Colloid. Surf. A*. 2008. V. 315. N 1-3. P. 176-182.
182. **Medeliené V.** The influence of B4C and SiC additions on the morphological, physical, chemical and corrosion properties of Ni coatings. *Surface and Coat. Technol.* 2002. V. 154. N 1. P. 104-111.
183. **Hu F., Chan K.C., Song S.Z., Yang X.J.** Enhancement of corrosion resistance of electrocodeposited Ni-SiC composites by magnetic field. *J. Solid State Electrochem.* 2007. V. 11. N 6. P. 745-750.
184. **Руднева В.В.** Развитие теории и нанотехнологии электроосаждения композиционных покрытий. *Вестн. Рос. акад. естеств. наук*. 2006. Т. 6. № 3. С. 59-64.
185. **Benea Lidia, Bonora Pier Luigi, Borello Alberto, Martelli Stefano.** Wear corrosion properties of nano-structured SiC-nickel composite coatings obtained by electroplating. *Internat. J. Sci. Technol. Frict. Lubricat. Wear*. 2001. V. 249. N 10-11. P. 995-1003.
186. **Lekka Maria, Kouloumbi Niki, Gajo Mauro, Bonora Pier Luigi.** Corrosion and wear resistant electrodeposited composite coatings. *Electrochim. acta*. 2005. V. 50. N 23. P. 4551-4556.
187. **Garcia I., Conde A., Langelaan G., Fransaeer J., Celis J.P.** Improved corrosion resistance through microstructural modifications induced by codepositing SiC-particles with electrolytic nickel. *Corros. Sci.* 2003. V. 45. N 6. P. 1173-1189.
188. **Агеенко Н.С., Поляков Н.А., Кузнецов Д.А.** Электроосаждение композиционных никелевых покрытий. *Усп. в химии и хим. технол.* 2002. Т. 16. № 6. С. 92-93.
189. **Socha R.P., Laajalehto K., Nowak. P.** Oxidation of the silicon carbide surface in Watts' plating bath. *Surf. Interface Anal.* 2002. V. 34. N 1. P. 413-417.
190. **Benea L., Bonora. P.L., Borello A., Martelli S.** Effect of SiC size dimensions on the corrosion wear resistance of the electrodeposited composite coating. *Materials and Corrosion*. 2002. V. 53. N 1. P. 23-29.
191. **Petrova Maria, Küpper Michael, Löwe Holger.** Galvanische Nickeldispersionsschichten mit Hartstoff-Nanopartikeln für mikrotechnische Anwendungen. VII. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 5. P. 1366-1371.
192. **Wu Ziyi, Zhang Jinyong, Shi Taojie, Zhang Fan, Lei Liwen, Xiao Han, Fu Zhengyi.** Fabrication of laminated TiB₂-B₄C/Cu-Ni composites by electroplating and spark plasma sintering. *J. Mater. Sci. Technol.* 2017. V. 33. N 10. P. 1172-1176.
193. **Li Shenhou, Guo Zhixing, Xiong Ji, Lei Yong, Li Yuxi, Tang Jun, Liu Junbo, Ye Junliu.** Corrosion behavior of HVOF sprayed hard face coatings in alkaline-sulfide solution. *Appl. Surface Sci.* 2017. V. 416. P. 69-77.
194. **Semenychev V.V., Salakhova R.K.** Device for evaluating the properties of coatings. *Factory laboratory. Diagnostika materialov*. 2017. V. 83. N 2. P. 60-65 (in Russian).
179. Tribocorrosion behaviour of Ni-SiC nano-structured composite coatings obtained by electrodeposition. *Internat. J. Sci. Technol. Frict. Lubricat. Wear*. 2009. V. 266. N 3-4. P. 398-405.
180. **Li Xue-song, Wu Hua, Yang You, Jiang Zhong-hao.** Microstructure and properties of nanostructured Ni-NiC composite coatings obtained by cathodic electrodeposition on a magnesium alloy MV8. *Zhongguo youse jinshu xuebao*. 2008. V. 18. N 7. P. 1261-1267.
181. **Vaezi M.R., Sadrnezhad S.K., Nikzad L.** Electrodeposition of Ni-SiC nano-composite coatings and evaluation of wear and corrosion resistance and electroplating characteristics. *Internat. J. Colloid. Surf. A*. 2008. V. 315. N 1-3. P. 176-182.
182. **Medeliené V.** The influence of B4C and SiC additions on the morphological, physical, chemical and corrosion properties of Ni coatings. *Surface and Coat. Technol.* 2002. V. 154. N 1. P. 104-111.
183. **Hu F., Chan K.C., Song S.Z., Yang X.J.** Enhancement of corrosion resistance of electrocodeposited Ni-SiC composites by magnetic field. *J. Solid State Electrochem.* 2007. V. 11. N 6. P. 745-750.
184. **Rudneva V.V.** Development of the theory and nanotechnology of electrodeposition of composite coatings. *Vestn. Ros. akad. yestestv. nauk*. 2006. V. 6. N 3. P. 59-64 (in Russian).
185. **Benea Lidia, Bonora Pier Luigi, Borello Alberto, Martelli Stefano.** Wear corrosion properties of nano-structured SiC-nickel composite coatings obtained by electroplating. *Internat. J. Sci. Technol. Frict. Lubricat. Wear*. 2001. V. 249. N 10-11. P. 995-1003.
186. **Lekka Maria, Kouloumbi Niki, Gajo Mauro, Bonora Pier Luigi.** Corrosion and wear resistant electrodeposited composite coatings. *Electrochim. acta*. 2005. V. 50. N 23. P. 4551-4556.
187. **Garcia I., Conde A., Langelaan G., Fransaeer J., Celis J.P.** Improved corrosion resistance through microstructural modifications induced by codepositing SiC-particles with electrolytic nickel. *Corros. Sci.* 2003. V. 45. N 6. P. 1173-1189.
188. **Ageenko N.S., Polyakov N.A., Kuznetsov D.A.** Electrodeposition of composite nickel coatings. *Uspekhi v khimii i khim. tekhnol.* 2002. V. 16. N 6. P. 92-93 (in Russian).
189. **Socha R.P., Laajalehto K., Nowak. P.** Oxidation of the silicon carbide surface in Watts' plating bath. *Surf. Interface Anal.* 2002. V. 34. N 1. P. 413-417.
190. **Benea L., Bonora. P.L., Borello A., Martelli S.** Effect of SiC size dimensions on the corrosion wear resistance of the electrodeposited composite coating. *Materials and Corrosion*. 2002. V. 53. N 1. P. 23-29.
191. **Petrova Maria, Küpper Michael, Löwe Holger.** Galvanische Nickeldispersionsschichten mit Hartstoff-Nanopartikeln für mikrotechnische Anwendungen. VII. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 5. P. 1366-1371.
192. **Wu Ziyi, Zhang Jinyong, Shi Taojie, Zhang Fan, Lei Liwen, Xiao Han, Fu Zhengyi.** Fabrication of laminated TiB₂-B₄C/Cu-Ni composites by electroplating and spark plasma sintering. *J. Mater. Sci. Technol.* 2017. V. 33. N 10. P. 1172-1176.
193. **Li Shenhou, Guo Zhixing, Xiong Ji, Lei Yong, Li Yuxi, Tang Jun, Liu Junbo, Ye Junliu.** Corrosion behavior of HVOF sprayed hard face coatings in alkaline-sulfide solution. *Appl. Surface Sci.* 2017. V. 416. P. 69-77.
194. **Semenychev V.V., Salakhova R.K.** Device for evaluating the properties of coatings. *Factory laboratory. Diagnostika materialov*. 2017. V. 83. N 2. P. 60-65 (in Russian).

193. **Li Shenhui, Guo Zhixing, Xiong Ji, Lei Yong, Li Yuxi, Tang Jun, Liu Junbo, Ye Junliu.** Corrosion behavior of HVOF sprayed hard face coatings in alkaline-sulfide solution. *Appl. Surface Sci.* 2017. V. 416. P. 69-77.
194. **Семеновичев В.В., Салахова Р.К.** Прибор для оценки свойств покрытий. *Заводская лаборатория. Диагностика материалов.* 2017. Т. 83. № 2. С. 60-65.
195. **Huang Zhu, Liu Meixia, Li Tianbai, Zhang Xuehui, Chen Hao.** Friction and wear properties of electro-deposited Ni-W-WC composite coatings. *Youse jinshu kexue yu gongcheng.* 2016. V. 7. N 3. P. 66-70.
196. **Wu Tao, Liu Gang, Li Suo-zhi, Pan Bing-suo.** Preparation and performance of Ni-Co-SiC composite coating on diamond. *Cailiao baohu.* 2016. V. 49. N 1. P. 56-58.
197. **Cao Hai-lian, Wang Xiao-min, Nan Hui, Qiu Yan-xing, Wang Fan-mao, Yang Xin, Chen Guo-shun.** Corrosion resistance of electroless Ni-P-SiC composite coating on AZ91D magnesium matrix composite reinforced by Mg₂B₂O₅ whisker. *Cailiao baohu.* 2015. V. 48. N 4. P. 27-29.
198. **Zhang Zhongquan, Jiang Chuanhai, Ma Naiheng.** Microstructure and Corrosion Behavior of Electrodeposited Ni-Co-ZrC Coatings. *J. Mater. Eng. Perform.* 2014. V. 23. N 11. P. 4065-4071.
199. **Zoikis A., Karathanasis, Pavlatou E.A., Spyrellis N.** Elettrodeposizione con corrente pulsata di rivestimenti composti a matrice di nichel-fosforo rinforzata con particelle di carburo di silicio. Parte II. *Galvanotecnica e nuove finiture.* 2014. V. 65, mar.-apr. P. 74-82.
200. **Baghal S.M. Lari, Sohi M. Heydarzadeh, Amadeh A.** A functionally gradient nano-Ni-Co/SiC composite coating on aluminum and its tribological properties. *Surf. Coat. Technol.* 2012. V. 206. N 19-20. P. 4032-4039.
201. **Li Zhen, Han Jie-sheng, Ma Wen-lin, Lü Jin-jun.** Влияние материала контртела на фрикционные свойства композита Ni-P-SiC. *Diandu yu tushi.* 2012. V. 31. N 4. P. 26-29.
202. **Li Cen, Xu Yun-hua.** Коррозионная стойкость покрытия Ni-Co-SiC, приготовленного высокочастотным импульсным электроосаждением. *Diandu yu jingshi.* 2010. V. 32. N 6. P. 1-5.
203. **Yuan Xue-tao, Sun Dong-bai, Yu Hong-ying, Wang Yu.** Effect of nano-SiC particles on the corrosion resistance of NiP-SiC composite coatings. *Int. J. Miner. Met. and Mater.* 2009. V. 16. N 4. P. 444-451.
204. **Zhang H., Guo Z.-C.** Corrosion morphology of Ni-W-P-SiC pulse composite coating. *Fushi yu fanghu.* 2005. V. 26. N 12. P. 515-517.
205. **Pasăre Minodora, Petrescu Mircea Ionut.** Heat treatment and P effect on Ni-P/SiC coatings hardness. *Rev. roum. chim.* 2008. V. 53. N 7. P. 563-567.
206. **Zhang H., Guo Z.-C., Hu Y.-M.** Corrosion resistance of Ni - W - P - SiC pulsely electro-deposited composite coating. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 5. P. 320-323.
207. Characteristics of electrocodeposited Ni-Co-SiC composite coating. *Bull. Mater. Sci.* 2006. V. 29. N 5. P. 491-496.
208. **Chen Yuan-di, Jie Xiao-hua, Lu Guo-hui.** Свойства приготовленных электроосаждением с подвижным контактом композитных покрытий Ni-P/нано-SiC. *Cailiao baohu.* 2006. V. 39. N 3. P. 11-13.
209. **Brooman Eric W.** Compliant electrodeposited and electroless nano-structured and nano-composite coatings to replace chromium coatings. *Galvanotchnik.* 2006. V. 97. N 2. P. 297-305.
210. **Shi Lei, Sun Chufeng, Gao Ping, Zhou Feng, Liu Weimin.** Mechanical properties and wear and corrosion resistance of electrodeposited Ni-Co/SiC nanocomposite coating. *Appl. Surface Sci.* 2006. V. 252. N 10. P. 3591-3599.
211. **Huang Zhu, Liu Meixia, Li Tianbai, Zhang Xuehui, Chen Hao.** Friction and wear properties of electro-deposited Ni-W-WC composite coatings. *Youse jinshu kexue yu gongcheng.* 2016. V. 7. N 3. P. 66-70.
196. **Wu Tao, Liu Gang, Li Suo-zhi, Pan Bing-suo.** Preparation and performance of Ni-Co-SiC composite coating on diamond. *Cailiao baohu.* 2016. V. 49. N 1. P. 56-58.
197. **Cao Hai-lian, Wang Xiao-min, Nan Hui, Qiu Yan-xing, Wang Fan-mao, Yang Xin, Chen Guo-shun.** Corrosion resistance of electroless Ni-P-SiC composite coating on AZ91D magnesium matrix composite reinforced by Mg₂B₂O₅ whisker. *Cailiao baohu.* 2015. V. 48. N 4. P. 27-29.
198. **Zhang Zhongquan, Jiang Chuanhai, Ma Naiheng.** Microstructure and Corrosion Behavior of Electrodeposited Ni-Co-ZrC Coatings. *J. Mater. Eng. Perform.* 2014. V. 23. N 11. P. 4065-4071.
199. **Zoikis A., Karathanasis, Pavlatou E.A., Spyrellis N.** Elettrodeposizione con corrente pulsata di rivestimenti composti a matrice di nichel-fosforo rinforzata con particelle di carburo di silicio. Parte II. *Galvanotecnica e nuove finiture.* 2014. V. 65, mar.-apr. P. 74-82.
200. **Baghal S.M. Lari, Sohi M. Heydarzadeh, Amadeh A.** A functionally gradient nano-Ni-Co/SiC composite coating on aluminum and its tribological properties. *Surf. Coat. Technol.* 2012. V. 206. N 19-20. P. 4032-4039.
201. **Li Zhen, Han Jie-sheng, Ma Wen-lin, Lü Jin-jun.** The effect of the counterbody material on the frictional properties of the Ni-P-SiC composite. *Diandu yu tushi.* 2012. V. 31. N 4. P. 26-29.
202. **Li Cen, Xu Yun-hua.** Corrosion resistance of a Ni-Co-SiC coating prepared by high-frequency pulsed electrodeposition. *Diandu yu jingshi.* 2010. V. 32. N 6. P. 1-5.
203. **Yuan Xue-tao, Sun Dong-bai, Yu Hong-ying, Wang Yu.** Effect of nano-SiC particles on the corrosion resistance of NiP-SiC composite coatings. *Int. J. Miner. Met. and Mater.* 2009. V. 16. N 4. P. 444-451.
204. **Zhang H., Guo Z.-C.** Corrosion morphology of Ni-W-P-SiC pulse composite coating. *Fushi yu fanghu.* 2005. V. 26. N 12. P. 515-517.
205. **Pasăre Minodora, Petrescu Mircea Ionut.** Heat treatment and P effect on Ni-P/SiC coatings hardness. *Rev. roum. chim.* 2008. V. 53. N 7. P. 563-567.
206. **Zhang H., Guo Z.-C., Hu Y.-M.** Corrosion resistance of Ni - W - P - SiC pulsely electro-deposited composite coating. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu.* 2005. V. 17. N 5. P. 320-323.
207. Characteristics of electrocodeposited Ni-Co-SiC composite coating. *Bull. Mater. Sci.* 2006. V. 29. N 5. P. 491-496.
208. **Chen Yuan-di, Jie Xiao-hua, Lu Guo-hui.** Properties of Ni-P/Nano-SiC composite coatings prepared by electrodeposition with a moving contact. *Cailiao baohu.* 2006. V. 39. N 3. P. 11-13.
209. **Brooman Eric W.** Compliant electrodeposited and electroless nano-structured and nano-composite coatings to replace chromium coatings. *Galvanotchnik.* 2006. V. 97. N 2. P. 297-305.
210. **Shi Lei, Sun Chufeng, Gao Ping, Zhou Feng, Liu Weimin.** Mechanical properties and wear and corrosion resistance of electrodeposited Ni-Co/SiC nanocomposite coating. *Appl. Surface Sci.* 2006. V. 252. N 10. P. 3591-3599.
211. **Xu Rui-dong, Guo Zhong-cheng, Wang Jun-li.** Structure and properties of electrodeposition RE-Ni-W-B-B4C-PTFE composite coating. *Trans. Nonferrous Metals Soc. China.* 2005. V. 15. P. 425-429.

211. **Xu Rui-dong, Guo Zhong-cheng, Wang Jun-li.** Structure and properties of electrodeposition RE-Ni-W-B-B4C-PTFE composite coating. *Trans. Nonferrous Metals Soc. China.* 2005. V. 15. P. 425-429.
212. **Malfatti C.F., Zoppas Ferreira J., Santos C.B., Souza B.V., Fallavena E.P., Vaillant S., Bonino J.-P.** NiP/SiC composite coatings: the effects of particles on the electrochemical behaviour. *Corros. Sci.* 2005. V. 47. N 3. P. 567-580.
213. **Shi Lei, Zhou Feng, Sun Chu-feng, Liu Wei-min.** Коррозионная стойкость и трибологические свойства нанокompозитных покрытий NiCo-SiC. *Zhongguoyousejinshuxuebao.* 2005. V. 15. N 4. P. 536-540.
214. **Guo Zhongcheng, Zhu Xiaoyun.** Studies on properties and structure of electrodeposited RE-Ni-W-B-SiC composite coating. *Mater. Sci. and Eng. A.* 2003. V. 363. N 1-2. P. 325-329.
215. **Zhang Huan, Guo Zhong-cheng, Zhu Xiao-yun.** Импульсное электроосаждение и коррозионная стойкость композитных покрытий (Ni-W-P)-SiC. *Diandu yu jingshi.* 2004. V. 26. N 2. P. 4-7.
216. **Ma Ke-yi, Guo Zhong-cheng, Zhu Xiao-yun, Xu Rui-dong.** Characteristics of electrodeposited RE-Ni-W-B-B4C-MoS₂ composite coating. *Trans. Nonferrous Metals Soc. China.* 2003. V. 13. N 5. P. 1220-1225.
217. **Jia Yan-qin, Zong Gui-long, Dong Yun, Jia Peng.** Исследование коррозионного износа в 10%-ной H₂SO₄ гальванического покрытия из сплава Ni-W-Co и композитного покрытия Ni-W-Co/SiC. *Hebei gongye daxue xuebao.* 2003. V. 32. N 3. P. 34-40.
218. **Li Qingyang, Lu Hao, Cui Juan, An Maozhong, Li D.Y.** Elevate the corrosion potential of Zn coatings using ceramic nanoparticles. *J. Solid State Electrochem.* 2018. V. 22. N 6. P. 1949-1955.
219. **Rudnik Ewa, Jucha Tomasz.** Electroless and electrolytic deposition of Co-SiC composite coatings on aluminum. *Surf. Coat. Technol.* 2013. V. 232. P. 389-395.
220. **Roventi Gabriella, Bellezze Tiziano, Fratesi Romeo.** Electrodeposition of Zn-SiC nanocomposite coatings. *J. Appl. Electrochem.* 2013. V. 43. N 8. P. 839-846.
221. **Deng Xing-shen, Liang Cui-ping.** Получение и характеристики композиционного покрытия Zn-SiC. *Diandu yu tushi.* 2012. V. 31. N 7. P. 5-8.
222. **Lekka M., Zendron G., Zanella C., Lanzutti A., Fedrizzi L., Bonora.** Corrosion properties of micro- and nanocomposite copper matrix coatings produced from a copper pyrophosphate bath under pulse current. *Surf. Coat. Technol.* 2011. V. 205. N 11. P. 3438-3447.
223. **Jiang Yanyan, Cao Mei, Guo Zhongcheng, Chen Buming.** Получение и электрохимические свойства покрытий из композиции свинец/полиакрилонитрил/карбид вольфрама, полученных электроосаждением на титановом аноде. *Yingyonghuaxue.* 2011. V. 28. N 3. P. 308-313.
224. **Гурьянов Г.В., Годунов С.С., Кисель П.Е., Кисель Ю.Е.** Лазерная обработка износостойких композиционных электрохимических покрытий. *Упрочняющ. технол. и покрытия.* 2010. № 9. С. 32-37.
225. **Rudnik Ewa, Burzyńska Lidia, Jędruch Jacek, Błaż Ludwik.** Codeposition of SiC particles with electrolytic cobalt in the presence of Cs⁺ ions. *Appl. Surf. Sci.* 2009. V. 255. N 16. P. 7164-7171.
226. Structural and functional properties of electrodeposited copper metal matrix composite coating with inclusions of WC. *Mater. Sci.* 2008. V. 14. N 1. P. 29-33, 88.
227. **Tiwari Shruti, Balasubramaniam R., Gupta M.** Corrosion behavior of SiC reinforced magnesium composites. *Corros. Sci.* 2007. V. 49. N 2. P. 711-725.
228. **Malfatti C.F., Zoppas Ferreira J., Santos C.B., Souza B.V., Fallavena E.P., Vaillant S., Bonino J.-P.** NiP/SiC composite coatings: the effects of particles on the electrochemical behaviour. *Corros. Sci.* 2005. V. 47. N 3. P. 567-580.
229. **Shi Lei, Zhou Feng, Sun Chu-feng, Liu Wei-min.** Corrosion resistance and tribological properties of nanocomposite coatings NiCo-SiC. *Zhongguo youse jinshu xuebao.* 2005. V. 15. N 4. P. 536-540.
230. **Guo Zhongcheng, Zhu Xiaoyun.** Studies on properties and structure of electrodeposited RE-Ni-W-B-SiC composite coating. *Mater. Sci. and Eng. A.* 2003. V. 363. N 1-2. P. 325-329.
231. **Zhang Huan, Guo Zhong-cheng, Zhu Xiao-yun, Xu Rui-dong.** Characteristics of electrodeposited RE-Ni-W-B-B4C-MoS₂ composite coating. *Trans. Nonferrous Metals Soc. China.* 2003. V. 13. N 5. P. 1220-1225.
232. **Jia Yan-qin, Zong Gui-long, Dong Yun, Jia Peng.** Investigation of corrosion wear in a 10% H₂SO₄ plating of Ni-W-Co alloy and Ni-W-Co/SiC composite coating. *Hebei gongye daxue xuebao.* 2003. V. 32. N 3. P. 34-40.
233. **Li Qingyang, Lu Hao, Cui Juan, An Maozhong, Li D.Y.** Elevate the corrosion potential of Zn coatings using ceramic nanoparticles. *J. Solid State Electrochem.* 2018. V. 22. N 6. P. 1949-1955.
234. **Rudnik Ewa, Jucha Tomasz.** Electroless and electrolytic deposition of Co-SiC composite coatings on aluminum. *Surf. Coat. Technol.* 2013. V. 232. P. 389-395.
235. **Roventi Gabriella, Bellezze Tiziano, Fratesi Romeo.** Electrodeposition of Zn-SiC nanocomposite coatings. *J. Appl. Electrochem.* 2013. V. 43. N 8. P. 839-846.
236. **Deng Xing-shen, Liang Cui-ping.** Obtaining and characteristics of the composite coating Zn-SiC. *Diandu yu tushi.* 2012. V. 31. N 7. P. 5-8.
237. **Lekka M., Zendron G., Zanella C., Lanzutti A., Fedrizzi L., Bonora.** Corrosion properties of micro- and nanocomposite copper matrix coatings produced from a copper pyrophosphate bath under pulse current. *Surf. Coat. Technol.* 2011. V. 205. N 11. P. 3438-3447.
238. **Jiang Yanyan, Cao Mei, Guo Zhongcheng, Chen Buming.** Obtaining and electrochemical properties of coatings from a lead/polyacrylonitrile/tungsten carbide composition obtained by electrodeposition on a titanium anode. *Yingyong huaxue.* 2011. V. 28. N 3. P. 308-313.
239. **Guryanov G.V., Godunov S.S., Kisel P.E., Kisel Yu.E.** Laser processing of wear-resistant composite electrochemical coatings. *Uprochnyayushch. tekhnol. i pokrytiya.* 2010. N 9. P. 32-37 (in Russian).
240. **Rudnik Ewa, Burzyńska Lidia, Jędruch Jacek, Błaż Ludwik.** Codeposition of SiC particles with electrolytic cobalt in the presence of Cs⁺ ions. *Appl. Surf. Sci.* 2009. V. 255. N 16. P. 7164-7171.
241. Structural and functional properties of electrodeposited copper metal matrix composite coating with inclusions of WC. *Mater. Sci.* 2008. V. 14. N 1. P. 29-33, 88.
242. **Tiwari Shruti, Balasubramaniam R., Gupta M.** Corrosion behavior of SiC reinforced magnesium composites. *Corros. Sci.* 2007. V. 49. N 2. P. 711-725.
243. **Fu Ping, Tian Hua, Xu Xue, Zhao Cheng.** The technology of electrodeposition and the study of the properties of the composite coating Fe-SiC. *Cailiao baohu.* 2006. V. 39. N 4. P. 29-31.

228. **Fu Ping, Tian Hua, Xu Xue, Zhao Cheng.** Технология электроосаждения и исследование свойств композитного покрытия Fe-SiC. *Cailiao baohu*. 2006. V. 39. N 4. P. 29-31.
229. **Bozzini B., Giovannelli G., Natali S., Brevaglieri B., Cavallotti P.L., Signorelli G.** Hydrogen incorporation and embrittlement of electroformed Au, Cu and Au-Cu. *Eng. Failure Anal.* 1999. V. 6. N 2. C. 83-92.
230. **Бочаров В.А.** "Гальванол"® — враг коррозии № 1. *Коррозия территорий "Нефтегаз" (ТНГ)*. 2017. № 2. С. 53.
231. **Wang Hong-xing, Zhang Yan, Cheng Jia-lin, Li Yu-shan.** High temperature oxidation resistance and microstructure change of aluminized coating on copper substrate. *Transact. Nonferrous Metals Society of China*. 2015. V. 25. N 1. P. 184-190.
232. **Abdel-Karim R., Halim J., El-Raghy S., Nabil M., Waheed A.** Surface morphology and electrochemical characterization of electrodeposited Ni-Mo nanocomposites as cathodes for hydrogen evolution. *J. Alloys and Compounds*. 2012. V. 530. P. 85-90.
233. **Abdel-Karim R., Halim J., El-Raghy S., Nabil M., Waheed A.** Surface morphology and electrochemical characterization of electrodeposited Ni-Mo nanocomposites as cathodes for hydrogen evolution. P. 2. *J. Alloys and Compounds*. 2012. V. 530. P. 91-95.
234. **Yang Xiuying, Zhao Yanhong, Peng Xiao, Wang Fuhui.** Влияние размера частиц Cr и Al на окисление электроосажденных композиционных покрытий Ni-Cr-Al. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2011. V. 31. N 3. P. 190-195.
235. **Ghanbari S., Mahboubi F.** Corrosion resistance of electrodeposited Ni-Al composite coatings on the aluminum substrate. *Materials and Design*. 2011. V. 32. N 4. P. 1859-1864.
236. **Chen Shang-Dong, Sun T., Nian H.** Кинетика высокотемпературного окисления композитных покрытий, приготовленных на углеродистой стали импульсным электроосаждением. *Yingyonghuaxue*. 2010. V. 27. N 9. P. 1114-1116.
237. **Медюх В.К., Швец В.А., Медюх Р.М., Талаш В.Н., Гуслиенко Ю.А., Медюх Н.Р., Уварова И.В.** Электрохимические и коррозионные свойства композиционных электролитических и гальванодиффузионных покрытий на основе Ni. *Порош. металлургия*. 2010. № 3-4. С. 126-130.
238. **Aal Abdel A., Gobran H.A., Muecklich F.** Advanced composite coating by electrodeposition technique. *Surf. Eng.* 2009. V. 25. N 8. P. 615-620.
239. **Bolvardi H., Shokuhfar A., Daemi N.** Predicting behavior of plasma nitrided Ni+Al composite coating using an artificial neural network model. *Defect and Diffusion Forum*. 2010. N 297-301. P. 1127-1132.
240. **Abdel Aal A., Gobran H.A., Muecklich F.** Electrodeposition of Ni-RuAl composite coating on steel surface. *J. Alloys and Compounds*. 2009. V. 473. N 1-2. P. 250-254.
241. **Yang X., Peng X., Xu C., Wang F.** Electrochemical assembly of Ni-xCr-yAl nanocomposites with excellent high-temperature oxidation resistance. *J. Electrochem. Soc.* 2009. V. 156. N 5. P. C167-C175.
242. **Zhou Y.-B., Peng X., Wang F.-H.** Oxidation of a novel electrodeposited Ni - 28.0 mass% Al nanocoating. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu*. 2005. V. 17. N 4. P. 219-222.
243. **Yang X., Peng X., Wang F.** Effect of annealing treatment on the oxidation of an electrodeposited alumina-forming Ni-Al nanocomposite. *Corros. Sci.* 2008. V. 50. N 11. P. 3227-3232.
244. **Zhou Yuebo, Meng Linghui, Zhang Haijun, Cheng Hongyu, Sun Jianfeng.** Влияние размера частиц Cr на окисление композитных покрытий Ni-Cr при 750 °C. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2008. V. 37. N 6. P. 1095-1098.
229. **Bozzini B., Giovannelli G., Natali S., Brevaglieri B., Cavallotti P.L., Signorelli G.** Hydrogen incorporation and embrittlement of electroformed Au, Cu and Au-Cu. *Eng. Failure Anal.* 1999. V. 6. N 2. C. 83-92.
230. **Bocharov V.A.** Galvanol® is the enemy of corrosion No. 1. *Korroziya territorii "Neftegaz" (TNG)*. 2017. N 2. P. 53 (in Russian).
231. **Wang Hong-xing, Zhang Yan, Cheng Jia-lin, Li Yu-shan.** High temperature oxidation resistance and microstructure change of aluminized coating on copper substrate. *Transact. Nonferrous Metals Society of China*. 2015. V. 25. N 1. P. 184-190.
232. **Abdel-Karim R., Halim J., El-Raghy S., Nabil M., Waheed A.** Surface morphology and electrochemical characterization of electrodeposited Ni-Mo nanocomposites as cathodes for hydrogen evolution. *J. Alloys and Compounds*. 2012. V. 530. P. 85-90.
233. **Abdel-Karim R., Halim J., El-Raghy S., Nabil M., Waheed A.** Surface morphology and electrochemical characterization of electrodeposited Ni-Mo nanocomposites as cathodes for hydrogen evolution. P. 2. *J. Alloys and Compounds*. 2012. V. 530. P. 91-95.
234. **Yang Xiuying, Zhao Yanhong, Peng Xiao, Wang Fuhui.** The effect of the particle size of Cr and Al on the oxidation of electrodeposited Ni-Cr-Al composite coatings. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2011. V. 31. N 3. P. 190-195.
235. **Ghanbari S., Mahboubi F.** Corrosion resistance of electrodeposited Ni-Al composite coatings on the aluminum substrate. *Materials and Design*. 2011. V. 32. N 4. P. 1859-1864.
236. **Chen Shang-Dong, Sun T., Nian H.** Kinetics of high-temperature oxidation of composite coatings prepared on carbon steel by pulsed electrodeposition. *Yingyong huaxue*. 2010. V. 27. N 9. P. 1114-1116.
237. **Medyukh V.K., Shvets V.A., Medyukh R.M., Talash V.N., Guslienko Yu.A., Medyukh N.R., Uvarova I.V.** Electrochemical and corrosion properties of composite electrolytic and galvanophoretic coatings based on Ni. *Porosh. metallurgiya*. 2010. N 3-4. P. 126-130 (in Russian).
238. **Aal Abdel A., Gobran H.A., Muecklich F.** Advanced composite coating by electrodeposition technique. *Surf. Eng.* 2009. V. 25. N 8. P. 615-620.
239. **Bolvardi H., Shokuhfar A., Daemi N.** Predicting behavior of plasma nitrided Ni+Al composite coating using an artificial neural network model. *Defect and Diffusion Forum*. 2010. N 297-301. P. 1127-1132.
240. **Abdel Aal A., Gobran H.A., Muecklich F.** Electrodeposition of Ni-RuAl composite coating on steel surface. *J. Alloys and Compounds*. 2009. V. 473. N 1-2. P. 250-254.
241. **Yang X., Peng X., Xu C., Wang F.** Electrochemical assembly of Ni-xCr-yAl nanocomposites with excellent high-temperature oxidation resistance. *J. Electrochem. Soc.* 2009. V. 156. N 5. P. C167-C175.
242. **Zhou Y.-B., Peng X., Wang F.-H.** Oxidation of a novel electrodeposited Ni - 28.0 mass% Al nanocoating. *Fushi Kexue yu Fanghu Jishu*. 2005. V. 17. N 4. P. 219-222.
243. **Yang X., Peng X., Wang F.** Effect of annealing treatment on the oxidation of an electrodeposited alumina-forming Ni-Al nanocomposite. *Corros. Sci.* 2008. V. 50. N 11. P. 3227-3232.
244. **Zhou Yuebo, Meng Linghui, Zhang Haijun, Cheng Hongyu, Sun Jianfeng.** The effect of Cr particle size on the oxidation of Ni-Cr composite coatings at 750 °C. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2008. V. 37. N 6. P. 1095-1098.
245. **Liu H., Chen W.** Effect of pre-oxidation on coke formation and metal dusting of electroplated Ni₃Al-CeO₂-based coatings in CO-H₂-H₂O. *Materials and Corrosion*. 2008. V. 59. N 4. P. 311-318.

245. **Liu H., Chen W.** Effect of pre-oxidation on coke formation and metal dusting of electroplated Ni₃Al-CeO₂-based coatings in CO-H₂-H₂O. *Materials and Corrosion*. 2008. V. 59. N 4. P. 311-318.
246. **Mandal D.** Influence of coating of short steel fiber reinforcements on corrosion behavior of aluminium base short steel fiber reinforced composites. *J. Mater. Sci.* 2007. V. 42. N 8. P. 2796-2801.
247. Deposition and characterization of nikel-niobium composite electrocoatings. *J. Appl. Electrochem.* 2007. V. 37. N 7. P. 805-812.
248. **Popczyk Magdalena, Budniok Antoni, Lagiewka Eugeniusz.** Structure and corrosion resistance of nickel coatings containing tungsten and silicon powders. *Mater. Charact.* 2007. V. 58. N 4. P. 371-375.
249. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Carburization behavior of electrodeposited Ni₃ Al-CeO₂-base coatings on Fe-Ni-Cr alloys. *Oxid. Metals*. 2007. V. 67. N 3-4. P. 129-152.
250. **Fratari R.Q., Robin A.** Production and characterization of electrolytic nickel-niobium composite coatings. *Surf. Coat. Technol.* 2006. V. 200. N 12-13. P. 4082-4090.
251. **Zhang Yan, Zhang Chunlin, Peng Xiao, Wang Fuhui.** Влияние размера частиц Cr на окисление электроосажденных композитных покрытий Ni-Cr. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2006. V. 26. N 2. P. 85-88.
252. **Zhang C., Peng X., Zhao J., Wang F.** Hot corrosion of an electrodeposited Ni-11 wt % Cr nanocomposite under molten Na₂SO₄-NaCl. *J. Electrochem. Soc.* 2005. V. 152. N 9. P. B321-B326.
253. **Peng X., Zhang Y., Wang F.** A novel electrodeposited Ni-Cr nanocomposite with increased resistance to pitting corrosion in 3.5% NaCl solution. *Electrochem. and Solid-State Lett.* 2005. V. 8. N 9. P. B46-B49.
254. **Zhou Y., Peng X., Wang F.** Size effect of Al particles on the oxidation of electrodeposited Ni-Al composite coatings. *Oxid. Metals*. 2005. V. 64. N 3-4. P. 169-183.
255. **Zhou Y., Peng X., Wang F.** Oxidation of a novel electrodeposited Ni-Al nanocomposite film at 1050°C. *Scr. mater.* 2004. V. 50. N 12. P. 1429-1433.
256. **Susan D.F., Marder A.R.** Oxidation of Ni-Al-base electrodeposited composite coatings. *Oxid. Metals*. 2002. V. 57. N 1-2. P. 159-180.
257. **Десяткова Г.И., Савочкина И.Е., Ягодкина Л.М.** Влияние термообработки на структуру и свойства никелевых покрытий. *Металлы*. 2001. № 2. С. 114-117.
258. **Abdulwahab M.** Structural evolution, thermomechanical recrystallization and electrochemical corrosion properties of Ni-Cu-Mg amorphous coating on mild steel fabricated by dual-anode electrolytic processing. *Appl. Surf. Sci.* 2016. V. 375. P. 162-168.
259. **Mousavi R., Bahrololoom M.E., Deflorian F.** Preparation, corrosion, and wear resistance of Ni-Mo/Al composite coating reinforced with Al particles. *Materials and Design*. 2016. V. 110. P. 456-465.
260. **Выкпис К., Нидбала И., Попчик М., Будниок А., Лагиевка Е.** Электроосаждение и свойства композитных покрытий Zn-Ni+Ni. *Электрохимия*. 2012. Т. 48. № 11. С. 1233-1239.
261. **Kabiszta J., Nieolbata J., Budniok A.** Коррозионная стойкость композитных покрытий Zn-Ni-P+Ni. Corrosion resistance of Zn-Ni-P+Ni composite coatings. *Surf. Interface Analysis*. 2010. V. 42. N 6-7. P. 1222-1225.
262. **Han Qing, Jin Yan, Pu Nianwen, Liu Kuiren, Jianshe Chen, Wei Xujun.** Electrochemical evolution of hydrogen on composite La-Ni-Al/Ni-S alloy film in water electrolysis. *Renew. Energy: Internat. J.* 2010. V. 35. N 12. P. 2627-2631.
246. **Mandal D.** Influence of coating of short steel fiber reinforcements on corrosion behavior of aluminium base short steel fiber reinforced composites. *J. Mater. Sci.* 2007. V. 42. N 8. P. 2796-2801.
247. Deposition and characterization of nikel-niobium composite electrocoatings. *J. Appl. Electrochem.* 2007. V. 37. N 7. P. 805-812.
248. **Popczyk Magdalena, Budniok Antoni, Lagiewka Eugeniusz.** Structure and corrosion resistance of nickel coatings containing tungsten and silicon powders. *Mater. Charact.* 2007. V. 58. N 4. P. 371-375.
249. **Liu Haifeng, Chen Weixing.** Carburization behavior of electrodeposited Ni₃ Al-CeO₂-base coatings on Fe-Ni-Cr alloys. *Oxid. Metals*. 2007. V. 67. N 3-4. P. 129-152.
250. **Fratari R.Q., Robin A.** Production and characterization of electrolytic nickel-niobium composite coatings. *Surf. Coat. Technol.* 2006. V. 200. N 12-13. P. 4082-4090.
251. **Zhang Yan, Zhang Chunlin, Peng Xiao, Wang Fuhui.** The effect of Cr particle size on the oxidation of electrodeposited Ni-Cr composite coatings. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2006. V. 26. N 2. P. 85-88.
252. **Zhang C., Peng X., Zhao J., Wang F.** Hot corrosion of an electrodeposited Ni-11 wt % Cr nanocomposite under molten Na₂SO₄-NaCl. *J. Electrochem. Soc.* 2005. V. 152. N 9. P. B321-B326.
253. **Peng X., Zhang Y., Wang F.** A novel electrodeposited Ni-Cr nanocomposite with increased resistance to pitting corrosion in 3.5% NaCl solution. *Electrochem. and Solid-State Lett.* 2005. V. 8. N 9. P. B46-B49.
254. **Zhou Y., Peng X., Wang F.** Size effect of Al particles on the oxidation of electrodeposited Ni-Al composite coatings. *Oxid. Metals*. 2005. V. 64. N 3-4. P. 169-183.
255. **Zhou Y., Peng X., Wang F.** Oxidation of a novel electrodeposited Ni-Al nanocomposite film at 1050°C. *Scr. mater.* 2004. V. 50. N 12. P. 1429-1433.
256. **Susan D.F., Marder A.R.** Oxidation of Ni-Al-base electrodeposited composite coatings. *Oxid. Metals*. 2002. V. 57. N 1-2. P. 159-180.
257. **Desyatкова G.I., Savochkina I.E., Yagodkina L.M.** The effect of heat treatment on the structure and properties of nickel coatings. *Metally*. 2001. N 2. P. 114-117 (in Russian).
258. **Abdulwahab M.** Structural evolution, thermomechanical recrystallization and electrochemical corrosion properties of Ni-Cu-Mg amorphous coating on mild steel fabricated by dual-anode electrolytic processing. *Appl. Surf. Sci.* 2016. V. 375. P. 162-168.
259. **Mousavi R., Bahrololoom M.E., Deflorian F.** Preparation, corrosion, and wear resistance of Ni-Mo/Al composite coating reinforced with Al particles. *Materials and Design*. 2016. V. 110. P. 456-465.
260. **Vykpis K., Nidbala I., Popchik M., Budniok A., Lagiewka E.** Electrodeposition and properties of Zn-Ni+Ni composite coatings. *Elektrokhimiya*. 2012. V. 48. N 11. P. 1233-1239 (in Russian)
261. **Kabiszta J., Nieolbata J., Budniok A.** Corrosion resistance of Zn-Ni-P+Ni composite coatings. *Surface and Interface Analysis*. 2010. V. 42. N 6-7. P. 1222-1225.
262. **Han Qing, Jin Yan, Pu Nianwen, Liu Kuiren, Jianshe Chen, Wei Xujun.** Electrochemical evolution of hydrogen on composite La-Ni-Al/Ni-S alloy film in water electrolysis. *Renew. Energy: Internat. J.* 2010. V. 35. N 12. P. 2627-2631.

263. **Huang Z., Peng X., Wang F.** Preparation and oxidation of novel electrodeposited Cu-Ni-Cr nanocomposites. *Oxid. Metals*. 2006. V. 65. N 3-4. P. 223-236.
264. **Panek J., Bercka-Piech. P., Lagiewska E., Budniok A.** Electrodeposition and the properties of composite Zn+Ni coatings. *Surf. Interface Analysis*. 2010. V. 42. N 6-7. P. 1226-1230.
265. **Cross S.R., Schuh C.A.** Ternary alloying additions and multilayering as strategies to enhance the galvanic protection ability of Al-Zn coatings electrodeposited from ionic liquid solution. *Electrochim. acta*. 2016. V. 211. P. 860-870.
266. **Xu Peng, Zhang Cheng, Wang Wei, Liu Lin.** Механизм образования питтинга в аморфном покрытии на основе Fe, усиленном нержавеющей сталью. Pitting mechanism in a stainless steel-reinforced Fe-based amorphous coating. *Electrochim. acta*. 2016. V. 206. P. 61-69.
267. **Агеева Е.В., Карпенко Н.Н., Осминина А.С.** Восстановление шкворня поворотного кулака автомобиля гальваническими покрытиями с использованием вольфрамсодержащих электроэрозионных нанопорошков. *Мир транспорта и технологич. машин*. 2016. № 2. P. 3-8.
268. **Обидов З.Р.** Влияние pH среды на анодное поведение сплава ZN55AL, легированного бериллием и магнием. *Журн. приклад. химии*. 2015. Т. 88. № 9. С. 1306-1312.
269. **Liu Can-lou, Jiang She-ming, Liu Xin, Liu Qiu-yuan, Yu Gang-qiang, Zhang Qi-fu.** Structure and corrosion resistance of hot dip galvanized Zn-Al-Mg-Ni-V alloy coating. *Cailiao baohu*. 2015. V. 48. N 9. P. 56-57.
270. **Chen B., Zhong H., Zhang Q.** Effects of Al content in zinc bath on coating structure and inhibition layer of 440 MPa IF-HS steel. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2013. V. 33. N 2. P. 171-174.
271. **Семенihin Б.А., Кузнецова Л.П.** Композиционные гальванические покрытия на основе железа и порошков, полученных методом электроэрозионного диспергирования из отходов твердых сплавов. *Упрочн. технол. и покрытия*. 2014. № 4. С. 34-37.
272. **Domashevskaya E.P., Lenshin A.S., Kashkarov V.M., Shabanova I.N., Terebova N.A.** Investigations of porous silicon with deposited 3D-metals by auger- and ultrasoft X-ray emission spectroscopy. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2012. V. 12. N 11. P. 8806-8810.
273. **Chen Weiwei, Wang Lu, Gao Wei.** Synthesis of Zn-Bi nano-composite coatings by an ionic co-discharge process. *Chem. Eng. J.* 2012. V. 192. P. 242-245.
274. **Li Baoping, Dong Anping, Zhu Guoliang, Chu Shuangjie, Qian Hongwei, Hu Chengjie, Sun Baode, Wang Jun.** Investigation of the corrosion behaviors of continuously hot-dip galvanizing Zn-Mg coating. *Surf. Coat. Technol.* 2012. V. 206. N 19-20. P. 3989-3999.
275. **Ma Xiaoxu, He Yedong, Wang Deren.** Preparation and high-temperature properties of Au nano-particles doped α -Al₂O₃ composite coating on TiAl-based alloy. *Appl. Surf. Sci.* 2011. V. 257. N 23. P. 10273-10281.
276. **Luo Shenglian, Xiao Yan, Yang Lixia, Liu Chengbin, Su Fang, Li Yue, Cai Qingyun, Zeng Guangming.** Simultaneous detoxification of hexavalent chromium and acid orange 7 by a novel Au/TiO₂ heterojunction composite nanotube arrays. *Separat. and Purificat. Technol.* 2011. V. 79. N 1. P. 85-91.
277. **Nawrat Ginter, Gonet Maciej, Gatnar Katarzyna.** Tworzywa katodowe do procesow redukcji elektrochemicznej. *Przem. chem.* 2006. V. 85. N 8-9. P. 854-857.
263. **Huang Z., Peng X., Wang F.** Preparation and oxidation of novel electrodeposited Cu-Ni-Cr nanocomposites. *Oxid. Metals*. 2006. V. 65. N 3-4. P. 223-236.
264. **Panek J., Bercka-Piech. P., Lagiewska E., Budniok A.** Electrodeposition and the properties of composite Zn+Ni coatings. *Surf. Interface Analysis*. 2010. V. 42. N 6-7. P. 1226-1230.
265. **Cross S.R., Schuh C.A.** Ternary alloying additions and multilayering as strategies to enhance the galvanic protection ability of Al-Zn coatings electrodeposited from ionic liquid solution. *Electrochim. acta*. 2016. V. 211. P. 860-870.
266. **Xu Peng, Zhang Cheng, Wang Wei, Liu Lin.** Pitting formation mechanism in an amorphous coating based on Fe, reinforced with stainless steel. Pitting mechanism in a stainless steel-reinforced Fe-based amorphous coating. *Electrochim. acta*. 2016. V. 206. P. 61-69.
267. **Ageeva E.V., Karpenko N.N., Osminina A.S.** Restoration of the steering knuckle of a car with galvanic coatings using tungsten-containing electroerosive nanopowders. *Mir transporta i tekhnologich. mashin*. 2016. N 2. P. 3-8. (in Russian).
268. **Obidov Z.R.** Effect of pH on the anodic behavior of ZN55AL alloy doped with beryllium and magnesium. *Zhurn. priklad. khimii*. 2015. V. 88. N 9. P. 1306-1312 (in Russian).
269. **Liu Can-lou, Jiang She-ming, Liu Xin, Liu Qiu-yuan, Yu Gang-qiang, Zhang Qi-fu.** Structure and corrosion resistance of hot dip galvanized Zn-Al-Mg-Ni-V alloy coating. *Cailiao baohu*. 2015. V. 48. N 9. P. 56-57.
270. **Chen B., Zhong H., Zhang Q.** Effects of Al content in zinc bath on coating structure and inhibition layer of 440 MPa IF-HS steel. *Zhongguo fushi yu fanghu xuebao*. 2013. V. 33. N 2. P. 171-174.
271. **Semenikhin B.A., Kuznetsova L.P.** Composite galvanic coatings based on iron and powders obtained by electroerosive dispersion from solid alloy waste. *Uprochn. tekhnol. i pokrytiya*. 2014. N 4. P. 34-37 (in Russian).
272. **Domashevskaya E.P., Lenshin A.S., Kashkarov V.M., Shabanova I.N., Terebova N.A.** Investigations of porous silicon with deposited 3D-metals by auger- and ultrasoft X-ray emission spectroscopy. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2012. V. 12. N 11. P. 8806-8810.
273. **Chen Weiwei, Wang Lu, Gao Wei.** Synthesis of Zn-Bi nano-composite coatings by an ionic co-discharge process. *Chem. Eng. J.* 2012. V. 192. P. 242-245.
274. **Li Baoping, Dong Anping, Zhu Guoliang, Chu Shuangjie, Qian Hongwei, Hu Chengjie, Sun Baode, Wang Jun.** Investigation of the corrosion behaviors of continuously hot-dip galvanizing Zn-Mg coating. *Surf. Coat. Technol.* 2012. V. 206. N 19-20. P. 3989-3999.
275. **Ma Xiaoxu, He Yedong, Wang Deren.** Preparation and high-temperature properties of Au nano-particles doped α -Al₂O₃ composite coating on TiAl-based alloy. *Appl. Surf. Sci.* 2011. V. 257. N 23. P. 10273-10281.
276. **Luo Shenglian, Xiao Yan, Yang Lixia, Liu Chengbin, Su Fang, Li Yue, Cai Qingyun, Zeng Guangming.** Simultaneous detoxification of hexavalent chromium and acid orange 7 by a novel Au/TiO₂ heterojunction composite nanotube arrays. *Separat. and Purificat. Technol.* 2011. V. 79. N 1. P. 85-91.
277. **Nawrat Ginter, Gonet Maciej, Gatnar Katarzyna.** Tworzywa katodowe do procesow redukcji elektrochemicznej. *Przem. chem.* 2006. V. 85. N 8-9. P. 854-857.
278. **Popczyk Magdalena, Budniok Antoni.** Elektrolityczne otrzymywanie i charakterystyka warstw kompozytowych Ni-P+W i Ni-P+NiO+W w srodowisku alkalicznym. *Kompozyty*. 2003. V. 3. N 6. P. 17-22.

278. **Popczyk Magdalena, Budniok Antoni.** Elektrolityczne otrzymywanie i charakterystyka warstw kompozytowych Ni-P+W i Ni-P+NiO+W w środowisku alkalicznym. *Kompozyty*. 2003. V. 3. N 6. P. 17-22.
279. **Serek Andrzej, Budniok Atoni.** Otrzymywanie i własności elektrolitycznych warstw kompozytowych na osnowie niklu zawierających tytan. *Kompozyty*. 2002. V. 2. N 3. P. 63-67.
280. **Serek A., Budniok A., Łosiewicz B.** Odporność korozyjna elektrolitycznych warstw kompozytowych na osnowie niklu zawierających tytan. *Ochr. koroz.* 2002. V. 45. N 11A. P. 173-178.
281. **Yasin Ghulam, Khan Muhammad Abubaker, Arif Muhammad, Shakeel Muhammad, Hassan Tahira Mehtab, Khan Waheed Qamar, Korai Rashid Mustafa, Abbas Zaheer, Zuo Yu.** Synthesis of spheres-like Ni/graphene nanocomposite as an efficient anti-corrosive coating; effect of graphene content on its morphology and mechanical properties. *J. Alloys and Compounds*. 2018. V. 755. P. 79-88.
282. **Szeptycka Benigna, Gajewska-Midzialek Anna, Babul Tomasz.** Electrodeposition and Corrosion Resistance of Ni-Graphene Composite Coatings. *J. Mater. Eng. Perform.* 2016. V. 25. N 8. P. 3134-3138.
283. **Chen Jinming.** The electroplating process and equipment of grinding head Ni-diamond composite coating. *Diandu yu jingshi*. 2016. V. 38. N 2. P. 23-28.
284. **Апостолова Р.Д., Песков Р.П., Коломоец О.В.** Повышение эффективности использования электролитически осажденных сульфидов железа и кобальта с подслоем композита NiC в литиевом аккумуляторе. *Журн. приклад. химии*. 2015. Т. 88. № 10. С. 1454-1459.
285. **Ye Dalin, Zeng Xiaoshu, Wu Shengwei, Huang Minfu, Wei Jiaqi.** Friction and wear behavior of electrochemical Ni-based CNTs composite coatings. *Jinshurechuli*. 2015. V. 40. N 2. P. 41-43.
286. **Полищук Ю.В., Нефедов В.Г., Бутова Е.А., Васильева Е.А., Баскевич А.С., Захаров В.Д., Ваганов В.Е.** Композиционные электролитические покрытия на основе никеля с углеродными наноматериалами. *Вопр. химии и хим. технологии*. 2013. № 4. С. 172-174, 220, 226.
287. **Qian Zhouhai, Zhou Haifei, Du Nan, Tian Gangqiang, Shen Xiaoming, Chen Chen.** Electrochemical action of particles in Ni-diamond composite electrodeposition baths. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2014. V. 43. N 7. P. 1633-1637.
288. **Тырышкина Л.Е., Чиганова Г.А., Абкарян А.К.** Влияние наноалмазов на микроструктуру никелевых покрытий. *Изв. вузов. Порошк. металлургия и функционал. покрытия*. 2014. № 2. С. 54-58. DOI:10.17073/1997-308X-2014-2-54-58.
289. **He Xiang-zhu, Zhang Wen-jun, Hu Zhen-ping.** Электроосаждение композитного покрытия Ni-углеродные нанотрубки на Al подложку. *Diandu yu tushi*. 2014. V. 33. N 5. P. 197-200.
290. **Алексахин А.В.** Исследование физико-механических характеристик гальванического композитного покрытия «никель–детонационные наноалмазы». *Композиты и наноструктуры*. 2013. № 2. С. 22-29.
291. **Zhang Yang, Fang Lili, Liu Shiguo.** Влияние режима на качество гальванического никель-алмазного покрытия. *Jingangshi yu moliaomouju gongcheng*. 2011. V. 31. N 3. P. 5-10.
292. **Целуйкин В.Н., Василенко Е.А.** Электроосаждение и свойства композиционных покрытий на основе никеля. *Журн. приклад. химии*. 2011. Т. 84. № 11. С. 1920-1922.
293. **Чиганова Г.А., Мордвинова Л.Е.** Влияние модифицирования наноалмазов на характеристики алмазосодержащих никелевых покрытий. *Неорган. материалы*. 2011. Т. 47. № 7. С. 801-805.
279. **Serek Andrzej, Budniok Atoni.** Otrzymywanie i własności elektrolitycznych warstw kompozytowych na osnowie niklu zawierających tytan. *Kompozyty*. 2002. V. 2. N 3. P. 63-67.
280. **Serek A., Budniok A., Łosiewicz B.** Odporność korozyjna elektrolitycznych warstw kompozytowych na osnowie niklu zawierających tytan. *Ochr. koroz.* 2002. V. 45. N 11A. P. 173-178.
281. **Yasin Ghulam, Khan Muhammad Abubaker, Arif Muhammad, Shakeel Muhammad, Hassan Tahira Mehtab, Khan Waheed Qamar, Korai Rashid Mustafa, Abbas Zaheer, Zuo Yu.** Synthesis of spheres-like Ni/graphene nanocomposite as an efficient anti-corrosive coating; effect of graphene content on its morphology and mechanical properties. *J. Alloys and Compounds*. 2018. V. 755. P. 79-88.
282. **Szeptycka Benigna, Gajewska-Midzialek Anna, Babul Tomasz.** Electrodeposition and Corrosion Resistance of Ni-Graphene Composite Coatings. *J. Mater. Eng. Perform.* 2016. V. 25. N 8. P. 3134-3138.
283. **Chen Jinming.** The electroplating process and equipment of grinding head Ni-diamond composite coating. *Diandu yu jingshi*. 2016. V. 38. N 2. P. 23-28.
284. **Apostolova R.D., Peskov R.P., Kolomoets O.V.** Improving the efficiency of using electrolytically deposited iron and cobalt sulfides with a sublayer of a NiC composite in a lithium battery. *Zhurn. priklad. khimii*. 2015. V. 88. N 10. P. 1454-1459 (in Russian).
285. **Ye Dalin, Zeng Xiaoshu, Wu Shengwei, Huang Minfu, Wei Jiaqi.** Friction and wear behavior of electrochemical Ni-based CNTs composite coatings. *Jinshurechuli*. 2015. V. 40. N 2. P. 41-43.
286. **Polishchuk Yu.V., Nefedov V.G., Butova E.A., Vasilyeva E.A., Baskevich A.S., Zakharov V.D., Vaganov V.E.** Composite electrolytic coatings based on nickel with carbon nanomaterials. *Voprosy khimii i khim. tekhnologii*. 2013. N 4. P. 172-174, 220, 226 (in Russian).
287. **Qian Zhouhai, Zhou Haifei, Du Nan, Tian Gangqiang, Shen Xiaoming, Chen Chen.** Electrochemical action of particles in Ni-diamond composite electrodeposition baths. *Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng*. 2014. V. 43. N 7. P. 1633-1637.
288. **Tyryshkina L.E., Chiganova G.A., Abkaryan A.K.** The effect of nanodiamonds on the microstructure of nickel coatings. *Izv. vuzov. Poroshkovaya metallurgiya i funktsional'nye pokrytiya*. 2014. N 2. P. 54-58 (in Russian) DOI:10.17073/1997-308X-2014-2-54-58.
289. **He Xiang-zhu, Zhang Wen-jun, Hu Zhen-ping.** Electrodeposition of a composite coating Ni-carbon nanotubes on an Al substrate. *Diandu yu tushi*. 2014. V. 33. N 5. P. 197-200.
290. **Aleksakhin A.V.** Investigation of the physicomechanical characteristics of the “nickel-detonation nanodiamonds” galvanic composite coating. *Kompozity i nanostruktury*. 2013. N 2. P. 22-29 (in Russian).
291. **Zhang Yang, Fang Lili, Liu Shiguo.** The influence of the regime on the quality of electroplated nickel-diamond coating. *Jingangshi yu moliaomouju gongcheng*. 2011. V. 31. N 3. P. 5-10.
292. **Tseluykin V.N., Vasilenko E.A.** Electrodeposition and properties of composite coatings based on nickel. *Russ. J. Appl. Chem.* 2011. V. 84. N 11. P. 2005-2007.
293. **Chiganova G.A., Mordvinova L.E.** The effect of the modification of nanodiamonds on the characteristics of diamond-containing nickel coatings. *Neorgan. materialy*. 2011. V. 47. N 7. P. 801-805 (in Russian).

294. Головин Ю.И., Литовка Ю.В., Шуклинов А.В., Васюков В.М., Столяров Р.А., Поляков Л.Е., Дьяков И.А., Ткачев А.Г. Никелевое гальванохимическое покрытие, модифицированное углеродными нанотрубками. *Деформация и разрушение материалов*. 2011. № 1. С. 31-34.
295. Электрохимические и коррозионные свойства композиционных электролитических и гальваностатических покрытий на основе Ni. *Порош. металлургия*. 2010. № 5-6. С. 130-135.
296. Ткачев А.Г., Литовка Ю.В., Дьяков И.А., Кузнецова О.А. Получение наномодифицированных композиционных никелевых гальванических покрытий. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2010. Т. 18. № 1. С. 17-21.
297. Быков В.В., Голубев И.Г., Киселев Д.А. Наногальванические покрытия для восстановления деталей гидрооборудования лесных машин. *Металлургия машиностр.* 2009. № 5. С. 28-29.
298. Moon Y.-S., Lee J.-H., Oh T.-S., Byun J.-Y. Fabrication of diamond dispersed nickel composite coating by electroplating method to enhance the mechanical property of coating. *Key Eng. Mater.* 2007. N 345-346. P. 1597-1600.
299. Guo Chao, Zuo Yu, Zhao Xuhui, Zhao Jingmao, Xiong Jinping. The effects of electrodeposition current density on properties of Ni-CNTs composite coatings. *Surf. Coat. Technol.* 2008. V. 202. N 14. P. 3246-3250.
300. Chen X.H., Chen C.S., Xiao H.N., Cheng F.Q., Zhang G. Corrosion behavior of carbon nanotubes - Ni composite coating. *Surf. Coat. Technol.* 2005. V. 191. N 2-3. P. 351-356.
301. Zhang Gang, Li Shao-lu, Chen Xiao-hua, Wang Jian-xiong, Chen Chuan-sheng, Yi Guo-jun, Sun Xin-yuan. Коррозионное поведение композитного покрытия нанотрубчатый углерод/Ni. *Zhongguo youse jinshu xuebao*. 2003. V. 13. № 4. P. 996-1000.
302. Целуйкин В.Н., Корешкова А.А. Электроосаждение композиционных покрытий на основе сплава цинк-никель в импульсном режиме. *Физикохимия поверхн. и защита материалов*. 2018. Т. 54. № 3. С. 293-296.
303. Li Han, Luo Fu-jian, Fan Yi, Xu Wei, Li Feng, Wei Zhen-lu, He Yi. Pulse electrodeposition of nickel-tungsten-halloysite nanotube composite coating and its corrosion resistance. *Dianduyutushi*. 2016. V. 35. N 13. P. 672-676.
304. Целуйкин В.Н., Корешкова А.А. Композиционные электрохимические покрытия, модифицированные углеродными нанотрубками: получение и свойства. *Дизайн. Материалы. Технология*. 2015. № 5. С. 53-55, 116.
305. Mazaheri Hamed, Allahkaram Saeed Reza. Deposition, characterization and electrochemical evaluation of Ni-P-nano diamond composite coatings. *Appl. Surface Sci.* 2012. V. 258. N 10. P. 4574-4580.
306. Исследование покрытия. *Jingangshi yu moliaomaju gongcheng*. 2010. V. 30. N 5. P. 26.
307. Shi Y.L., Yang Z., Xu H. Preparation of electroplated Ni-P-ultrafine diamond, Ni-P-carbon nanotubes composite coatings and their corrosion properties. *J. Mater. Sci.* 2004. V. 39. N 18. P. 5809-5815.
308. Якимова И.Д., Ягодкина Л.М., Савочкина И.Е., Халдеев Г.В. Структура и физико-химические свойства гальванических покрытий никель-бор-алмаз до и после термообработки. *Хим. ж. Урал. ун-тов*. 2002. Т. 3. С. 205-213.
309. Цыбульская Л.С., Гаевская Т.В., Губаревич Т.М., Корженевский А.П. Получение и свойства композиционных электрохимических покрытий никель-бор-алмаз. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 1996. Т. 4. № 1. С. 14-20.
294. Golovin Yu.I., Litovka Yu.V., Shuklinov A.V., Vasyukov V.M., Stolyarov R.A., Polyakov L.E., Dyakov I.A., Tkachev A.G. Nickel plating modified with carbon nanotubes. *Deformatsiya i razrusheniye*. 2011. N 1. P. 31-34 (in Russian).
295. Electrochemical and corrosive properties of composite electrolytic and galvanophoretic coatings based on Ni. *Porosh. metallurgiya*. 2010. N 5-6. P. 130-135 (in Russian).
296. Tkachev A.G., Litovka Yu.V., Dyakov I.A., Kuznetsova O.A. Obtaining nanomodified composite nickel plating. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2010. V. 18. N 1. P. 17-21 (in Russian).
297. Bykov V.V., Golubev I.G., Kiselev D.A. Nanogalvanic coatings for the restoration of hydraulic equipment for forest machines. *Metallurgiya mashinostr.* 2009. N 5. P. 28-29 (in Russian).
298. Moon Y.-S., Lee J.-H., Oh T.-S., Byun J.-Y. Fabrication of diamond dispersed nickel composite coating by electroplating method to enhance the mechanical property of coating. *Key Eng. Mater.* 2007. N 345-346. P. 1597-1600.
299. Guo Chao, Zuo Yu, Zhao Xuhui, Zhao Jingmao, Xiong Jinping. The effects of electrodeposition current density on properties of Ni-CNTs composite coatings. *Surf. Coat. Technol.* 2008. V. 202. N 14. P. 3246-3250.
300. Chen X.H., Chen C.S., Xiao H.N., Cheng F.Q., Zhang G. Corrosion behavior of carbon nanotubes - Ni composite coating. *Surf. Coat. Technol.* 2005. V. 191. N 2-3. P. 351-356.
301. Zhang Gang, Li Shao-lu, Chen Xiao-hua, Wang Jian-xiong, Chen Chuan-sheng, Yi Guo-jun, Sun Xin-yuan. Corrosion behavior of a nanotube carbon/Ni composite coating. *Zhongguo youse jinshu xuebao*. 2003. V. 13. N 4. P. 996-1000.
302. Tseluykin V.N., Koreshkova A.A. Pulsed electrodeposition of composite coatings based on zinc-nickel alloy. *Protect. of Metals and Phys. Chem. of Surf.* 2018. V. 54. N 3. P. 453-456.
303. Li Han, Luo Fu-jian, Fan Yi, Xu Wei, Li Feng, Wei Zhen-lu, He Yi. Pulse electrodeposition of nickel-tungsten-halloysite nanotube composite coating and its corrosion resistance. *Dianduyutushi*. 2016. V. 35. N 13. P. 672-676.
304. Tseluykin V.N., Koreshkova A.A. Composite electrochemical coatings modified with carbon nanotubes: production and properties. *Dizayn. Materialy. Tekhnologiya*. 2015. N 5. P. 53-55, 116 (in Russian).
305. Mazaheri Hamed, Allahkaram Saeed Reza. Deposition, characterization and electrochemical evaluation of Ni-P-nano diamond composite coatings. *Appl. Surface Sci.* 2012. V. 258. N 10. P. 4574-4580.
306. Coating study. *Jingangshi yu moliaomaju gongcheng*. 2010. V. 30. N 5. P. 26.
307. Shi Y.L., Yang Z., Xu H. Preparation of electroplated Ni-P-ultrafine diamond, Ni-P-carbon nanotubes composite coatings and their corrosion properties. *J. Mater. Sci.* 2004. V. 39. N 18. P. 5809-5815.
308. Yakimova I.D., Yagodkina L.M., Savochkina I.E., Khaldeev G.V. Structure and physicochemical properties of nickel-boron-diamond plating before and after heat treatment. *Khim. zh. Ural. un-tov*. 2002. V. 3. P. 205-213 (in Russian).
309. Tsybulskaaya L.S., Gaevskaya T.V., Gubarevich T.M., Korzhenevsky A.P. Obtaining and properties of composite electrochemical coatings nickel-boron-diamond. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 1996. V. 4. N 1. P. 14-20 (in Russian).

310. **Винокуров Е.Г., Абрашов А.А., Невмятуллина Х.А., Ваграмян Т.А.** Формирование и свойства композиционных покрытий никель-фосфор-графит при автокаталитическом осаждении. *Журн. приклад. химии*. 2017. Т. 90. № 10. С. 1282-1286.
311. **Shen Xixun, Sheng Junwei, Zhang Qinghui, Xu Qunjie, Cheng Danhong.** The Corrosion Behavior of Zn/Graphene Oxide Composite Coatings Fabricated by Direct Current Electrodeposition. *J. Mater. Eng. Perform.* 2018. V. 27. N 7. P. 3750-3761.
312. **Графушин Р.В., Винокуров Е.Г., Махина В.С., Буркина Т.Ф.** Электроосаждение и физико-механические свойства композиционных покрытий на основе хрома с различными модификациями углерода. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2018. Т. 26. № 2. С. 26-32.
313. **Штемплук Р.Г.** Опыт эксплуатации электролитов хромирования с наноалмазами. *Мир гальваники*. 2017. № 4. С. 14-23.
314. **Zhang Chi, Zheng Da-Jiang, Song Guang-Ling.** Galvanic effect between galvanized steel and carbon fiber reinforced polymers. *Acta metallurgica sinica*. 2017. V. 30. N 4. P. 342-351.
315. **Karousos Dionysios S., Desdenakis Kostantinos I., Sakkas Petros M., Sourkouni Georgia, Pollet Bruno G., Argiris Christos.** Sonoelectrochemical one-pot synthesis of Pt - Carbon black nanocomposite PEMFC electrocatalyst. *Ultrason. Sonochem.* 2017. V. 35. P. 591-597.
316. **Feng Ying, Gary E. McGuire, Shenderova Olga A., Ke Huajie, Burkett Susan L.** Fabrication of copper/carbon nanotube composite thin films by periodic pulse reverse electroplating using nanodiamond as a dispersing agent. *Thin Solid Films*. 2016. V. 615. P. 116-121.
317. **Ma Ru-long, Peng Chao-qun, Wang Ri-chu, Wang Xiaofeng, Zhang Chun, Tan Shi-yu.** Preparation of Cu-diamond composite coating by composite electroplating. *Zhongguo youse jinshu xuebao*. 2015. V. 25. N 12. P. 3414-3421.
318. **Рыжов Е.В., Марусина Т.М., Рыжов М.Е.** Наноалмазы детонационного и лазерного синтеза - "второе дыхание" композиционных хромовых покрытий. *Мир гальваники*. 2015. № 1. С. 38-43.
319. **Wang Li-wei, Yu Jin, Liu Shuai.** Effect of dispersant on corrosion behavior of electrodeposited silver/carbon composite coating. *Cailiao baohu*. 2015. V. 48. N 5. P. 17-19, 34.
320. **Punith Kuram M.K., Singh M.P., Srivastava C.** Electrochemical behavior of Zn-graphene composite coatings. *RSC Adv.: Internat. J. Further Chem. Sci.* 2015. V. 5. N 32. P. 25603-25608.
321. **Шевченко Т.Ю., Соловьева Н.Д.** Электроосаждение композиционных электрохимических покрытий цинк-коллоидный графит. *Коррозия: материалы, защита*. 2015. № 6. С. 41-45.
322. **Литовка Ю.В., Дьяков И.А., Симагин Д.Н., Гравин А.А., Кулаков В.Ю.** Влияние нанотрубок "таунит" на свойства гальванических и электрохимических анодно-оксидных покрытий. *Мир гальваники*. 2014. № 2. С. 68-74.
323. **Яскельчик В.В., Жарский И.М., Буркат Г.К., Черник А.А., Михедова Е.В.** Получение и свойства медных покрытий из цитратного электролита в присутствии ультрадисперсных алмазов. *Изв. СПбГТИ(ТУ)*. 2015. № 28. С. 25-28.
324. **ZhuJ., WangD., CaoL., LiuT.** Ultrafast preparation of three-dimensional porous tin-graphene composites with superior lithium ion storage. *J. Materials Chem. A*. 2014. V. 2. N 32. P. 12918-12923.
310. **Vinokurov E.G., Abrashov A.A., Nevmyatullina K.A., Vagramyan T.A.** Investigation of the diffusion of elements between a steel substrate and a Ni-P-diamond composite electrolytic coating. *Russ. J. Appl. Chem.* 2017. V. 90. N 10. P. 1568-1571.
311. **Shen Xixun, Sheng Junwei, Zhang Qinghui, Xu Qunjie, Cheng Danhong.** The Corrosion Behavior of Zn/Graphene Oxide Composite Coatings Fabricated by Direct Current Electrodeposition. *J. Mater. Eng. Perform.* 2018. V. 27. N 7. P. 3750-3761.
312. **Grafushin R.V., Vinokurov E.G., Makhina V.S., Burukhina T.F.** Electrodeposition and physicomechanical properties of chromium-based composite coatings with various carbon modifications. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2018. V. 26. N 2. P. 26-32 (in Russian).
313. **Stempluk R.G.** Operating experience of chromium electrolytes with nanodiamonds. *Mir gal'vaniki*. 2017. N 4. P. 14-23 (in Russian).
314. **Zhang Chi, Zheng Da-Jiang, Song Guang-Ling.** Galvanic effect between galvanized steel and carbon fiber reinforced polymers. *Acta metallurgica sinica*. 2017. V. 30. N 4. P. 342-351.
315. **Karousos Dionysios S., Desdenakis Kostantinos I., Sakkas Petros M., Sourkouni Georgia, Pollet Bruno G., Argiris Christos.** Sonoelectrochemical one-pot synthesis of Pt - Carbon black nanocomposite PEMFC electrocatalyst. *Ultrason. Sonochem.* 2017. V. 35. P. 591-597.
316. **Feng Ying, Gary E. McGuire, Shenderova Olga A., Ke Huajie, Burkett Susan L.** Fabrication of copper/carbon nanotube composite thin films by periodic pulse reverse electroplating using nanodiamond as a dispersing agent. *Thin Solid Films*. 2016. V. 615. P. 116-121.
317. **Ma Ru-long, Peng Chao-qun, Wang Ri-chu, Wang Xiaofeng, Zhang Chun, Tan Shi-yu.** Preparation of Cu-diamond composite coating by composite electroplating. *Zhongguo youse jinshu xuebao*. 2015. V. 25. N 12. P. 3414-3421.
318. **Ryzhov E.V., Marusina T.M., Ryzhov M.E.** Detonation and laser synthesis nanodiamonds - the second wind of composite chromium coatings. *Mir gal'vaniki*. 2015. N 1. P. 38-43 (in Russian).
319. **Wang Li-wei, Yu Jin, Liu Shuai.** Effect of dispersant on corrosion behavior of electrodeposited silver/carbon composite coating. *Cailiao baohu*. 2015. V. 48. N 5. P. 17-19, 34.
320. **Punith Kuram M.K., Singh M.P., Srivastava C.** Electrochemical behavior of Zn-graphene composite coatings. *RSC Adv.: Internat. J. Further Chem. Sci.* 2015. V. 5. N 32. P. 25603-25608.
321. **Shevchenko T.Yu., Solovieva N.D.** Electrodeposition of composite electrochemical coatings zinc-colloidal graphite. *Korroziya: materialy, zashchita*. 2015. N 6. P. 41-45 (in Russian).
322. **Litovka Yu.V., Dyakov I.A., Simagin D.N., Gravin A.A., Kulakov V.Yu.** Influence of Taunit nanotubes on the properties of galvanic and electrochemical anodic oxide coatings. *Mir gal'vaniki*. 2014. N 2. P. 68-74 (in Russian).
323. **Yaskelchik V.V., Zharsky I.M., Burkat G.K., Chernik A.A., Mikhedova E.V.** Obtaining and properties of copper coatings from citrate electrolyte in the presence of ultrafine diamonds. *Izv. SPbGTI(TU)*. 2015. N 28. P. 25-28 (in Russian).
324. **ZhuJ., WangD., CaoL., LiuT.** Ultrafast preparation of three-dimensional porous tin-graphene composites with superior lithium ion storage. *J. Materials Chem. A*. 2014. V. 2. N 32. P. 12918-12923.

325. **Arai Susumu, Kato Akihiro.** Mechanism for codeposition of multiwalled carbon nanotubes with copper from acid copper sulfate bath. *J. Electrochem. Soc.* 2013. V. 160. N 9. P. D380-D385.
326. **Буркат Г.К., Сафронова И.В.** Структура и свойства серебряных покрытий с нанокуглеродными добавками. *Мир гальваники.* 2013. № 3. С. 56-59.
327. **Zhu Junsheng, Wang Dianlong, Liu Tiefeng, Guo Chenfeng.** Preparation of Sn-Co-graphene composites with superior lithium storage capability. *Electrochim. acta.* 2014. V. 125. P. 347-353.
328. **Целуйкин В.Н., Корешкова А.А.** О коррозионных свойствах композиционных покрытий цинк-углеродные нанотрубки. *Коррозия: материалы, защита.* 2014. № 3. С. 31-34
329. **Wang Zhao-yang, Zheng Jing-wu, Cai Wei.** Process for preparation of novel cutting wire by copper-diamond composite. *Diandu yu tushi.* 2014. V. 33. N 1. P. 17-20.
330. **Khaleghi Evan, Torikachvili Milton, Meyers Marc A., Olevsky Eugene A.** Magnetic enhancement of thermal conductivity in copper-carbon nanotube composites produced by electroless plating, freeze drying, and spark plasma sintering. *Mater. Lett.* 2012. V. 79. P. 256-258.
331. **Zhang Yang, Fang Lili, Liu Shiguo.** Влияние режима на качество гальванического никель-алмазного покрытия. *Jingangshi yu moliaomoju gongcheng.* 2011. T. 31. № 3. С. 5-10.
332. **Hu Zhengxi, Jie Xiaohua, Lu Guohui.** Corrosion resistance of Pb-Sn composite coatings reinforced by carbon nanotubes. *J. Coat. Technol. and Res.* 2010. V. 7. N 6. P. 809-814.
333. **Столяров Р.А., Ткачев А.Г., Литовка Ю.В., Шуклинов А.В., Васюков В.М., Поляков Л.Е.** Медное гальванохимическое покрытие, модифицированное многостенными углеродными нанотрубками. *Вестн. Тамбов. ун-та им. Г. Державина.* 2010. Т. 15. N 5. С. 1481-1482.
334. **Aung Naing Naing, Zhou Wei, Goh Chwee Sim, Nai Sharon Mui Ling, Wei Jun.** Effect of carbon nanotubes on corrosion of Mg-CNT composites. *Corros. Sci.* 2010. V. 52. N 5. P. 1551-1553.
335. **Nguyen Viet-Hue, Hoang Thi-Nam, Nguyen Ngoc-Phong, Kwon Sik-Chol, Kim Man, Lee Joo-Yul.** Cr/nanodiamond composite plating with cobalt cation additive. *Trans. Non-ferrous Metals Soc. China.* 2009. V. 19. N 4. P. 975-978.
336. **Praveen B.M., Venkatesha T.V., Arthoba Naik Y., Prashantha K.** Corrosion studies of carbon nanotubes-Zn composite coating. *Surface and Coat. Technol.* 2007. V. 201. N 12. P. 5836-5842.
337. **Тихонов К.И., Буркат Г.К., Долматов В.Ю., Орлова Е.А.** Использование алмазной шихты в процессе хромирования. *Журн. прикл. химии.* 2007. Т. 80. № 7. С. 1113-1116.
338. **Zhao Haijun, Liu Lei, Wu Yating, Hu Wenbin.** Investigation of wear and corrosion behavior of Cu-graphite composites prepared by electroforming. *Internat. J. Compos. Sci. and Technol.* 2007. V. 67. N 6. P. 1210-1217.
339. **Medeliene Viktorija.** A study of some functional properties of copper matrix composite coatings with Al₂O₃ and diamond microparticles. *V. Galvanotekhnika.* 2004. V. 95. N 7. P. 1618-1628.
340. **Буркат Г.К., Долматов В.Ю.** Получение и свойства композиционных покрытий олово-алмаз и олово-висмут-алмаз из кислого электролита. *Гальванотехника и обработка поверхности.* 2002. Т. 10. № 2. С. 17-23.
325. **Arai Susumu, Kato Akihiro.** Mechanism for codeposition of multiwalled carbon nanotubes with copper from acid copper sulfate bath. *J. Electrochem. Soc.* 2013. V. 160. N 9. P. D380-D385.
326. **Burkat G.K., Safronova I.V.** The structure and properties of silver coatings with nanocarbon additives. *Mir gal'vaniki.* 2013. N 3. P. 56-59 (in Russian).
327. **Zhu Junsheng, Wang Dianlong, Liu Tiefeng, Guo Chenfeng.** Preparation of Sn-Co-graphene composites with superior lithium storage capability. *Electrochim. acta.* 2014. V. 125. P. 347-353.
328. **Tseluykin V.N., Koreshkova A.A.** On the corrosion properties of composite coatings zinc – carbon nanotubes. *Korrozija: materialy, zashchita.* 2014. N 3. P. 31-34 (in Russian).
329. **Wang Zhao-yang, Zheng Jing-wu, Cai Wei.** Process for preparation of novel cutting wire by copper-diamond composite. *Diandu yu tushi.* 2014. V. 33. N 1. P. 17-20.
330. **Khaleghi Evan, Torikachvili Milton, Meyers Marc A., Olevsky Eugene A.** Magnetic enhancement of thermal conductivity in copper-carbon nanotube composites produced by electroless plating, freeze drying, and spark plasma sintering. *Mater. Lett.* 2012. V. 79. P. 256-258.
331. **Zhang Yang, Fang Lili, Liu Shiguo.** The influence of the regime on the quality of galvanic nickel-diamond coating. *Jingangshi yu moliaomoju gongcheng.* 2011. V. 31. N 3. P. 5-10.
332. **Hu Zhengxi, Jie Xiaohua, Lu Guohui.** Corrosion resistance of Pb-Sn composite coatings reinforced by carbon nanotubes. *J. Coat. Technol. and Res.* 2010. V. 7. N 6. P. 809-814.
333. **Stolyarov R.A., Tkachev A.G., Litovka Yu.V., Shuklinov A.V., Vasyukov V.M., Polyakov L.E.** Copper galvanochemical coating modified with multi-walled carbon nanotubes. *Vestn. Tambov. un-ta im. G. Derzhavina.* 2010. V 15. N 5. P. 1481-1482 (in Russian).
334. **Aung Naing Naing, Zhou Wei, Goh Chwee Sim, Nai Sharon Mui Ling, Wei Jun.** Effect of carbon nanotubes on corrosion of Mg-CNT composites. *Corros. Sci.* 2010. V. 52. N 5. P. 1551-1553.
335. **Nguyen Viet-Hue, Hoang Thi-Nam, Nguyen Ngoc-Phong, Kwon Sik-Chol, Kim Man, Lee Joo-Yul.** Cr/nanodiamond composite plating with cobalt cation additive. *Trans. Non-ferrous Metals Soc. China.* 2009. V. 19. N 4. P. 975-978.
336. **Praveen B.M., Venkatesha T.V., Arthoba Naik Y., Prashantha K.** Corrosion studies of carbon nanotubes-Zn composite coating. *Surface and Coat. Technol.* 2007. V. 201. N 12. P. 5836-5842.
337. **Tikhonov K.I., Burkat G.K., Dolmatov V.Yu., Orlova E.A.** Use of diamond stock in chromium plating. *Russ. J. Appl. Chem.* 2007. V. 80. N 7. P. 1082-1086.
338. **Zhao Haijun, Liu Lei, Wu Yating, Hu Wenbin.** Investigation of wear and corrosion behavior of Cu-graphite composites prepared by electroforming. *Internat. J. Compos. Sci. and Technol.* 2007. V. 67. N 6. P. 1210-1217.
339. **Medeliene Viktorija.** A study of some functional properties of copper matrix composite coatings with Al₂O₃ and diamond microparticles. *V. Galvanotekhnika.* 2004. V. 95. N 7. P. 1618-1628.
340. **Burkat G.K., Dolmatov V.Yu.** Obtaining and properties of composite coatings of tin-diamond and tin-bismuth-diamond from an acidic electrolyte. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti.* 2002. V. 10. N 2. P. 17-23 (in Russian).

341. **Овчаренко А.Г., Фролов А.В.** Применение УДА глубокой очистки в ресурсосберегающих технологиях. *Обработка металлов*. 2002. № 2. С. 36-37.
342. **Мандич Н.В., Дэннис Д.К.** Соосаждение ультрадисперсных частиц алмаза с хромом. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2002. Т. 10. № 1. С. 17-19.
343. **Хмыль А.А., Мушовец И.И., Емельянов В.А., Достанко А.П.** Влияние режимов электролиза на субструктуру композитов серебро-ультрадисперсный алмаз. *Докл. Нац. АН Беларуси*. 2001. Т. 45. № 6. С. 119-121, 139.
344. **Буркат Г.К., Долматов В.Ю.** Получение и свойства композиционных электрохимических покрытий цинк-алмаз из цинкатного электролита. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2001. Т. 9. № 2. С. 35-38.
345. **Хмыль А.А., Емельянов В.А., Мушовец И.И., Куценко В.М.** Программируемые процессы и оборудование для формирования композиционных электролитических покрытий серебро - ультрадисперсный алмаз. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2001. Т. 9. № 3. С. 26-34.
346. **Survilliene Swietlana, Biallozor Swietlana.** Chrom-Diamant-Dispersionsschichten. V. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 6. P. 1541-1543.
347. **Долматов В.Ю., Буркат Г.К., Сабурбаев В.Ю., Салько А.Е., Веретенникова М.В.** Получение и свойства электрохимических композиционных покрытий благородными и цветными металлами с ультрадисперсными алмазами детонационного синтеза. *Сверхтверд. матер.* 2001. № 2. С. 52-57.
348. **Mandich N.V., Dennis J.K.** Codeposition of nanodiamonds with chromium. *Metal Finish*. 2001. V. 99. N 6. P. 117-119.
349. **Peng X., Li T., Wu W.** Effect of La_2O_3 particles on the oxidation of electrodeposited nickel films. *Oxid. Metals*. 1999. V. 51. N 3-4. P. 291-315.
350. **Овчинников Е.В., Лещик С.Д., Струк В.А., Холодильников О.В., Федоров Д.И.** Триботехнические характеристики композиционных, многослойных покрытий. *Трение и износ*. 2000. Т. 21. № 2. С. 147-157.
351. **Pidhaichuk S.Ya., Yavors'ka N.M., Abramov O.O.** Determination of the Optimal Modes of Annealing for Composite Electrolytic Coatings Based on Nickel. *Materials Science*. 2017. V. 53. N 1. P. 22-27.
352. **Li Xingyuan, Zhu Yongyong, Xiao Guorong.** Application of artificial neural networks to predict sliding wear resistance of Ni-TiN nanocomposite coatings deposited by pulse electrodeposition. *Ceramics International*. 2014. V. 40. N 8. P. 11767-11772.
353. **Hartung Rudiger, Schmidt Jurgen, Both Sabine.** Tribologische Nickel-Dispersionsschichten mit hexagonalem Bornitrid. VI. *Galvanotechnik*. 2008. V. 99. N 12. P. 2931-2939.
354. **Xia Fa-feng, Wu Meng-hua, Jia Zhen-yuan, Li Zhi.** Влияние наночастиц TiN на композиционные покрытия Ni-TiN. *Jinshu rechuli*. 2007. V. 32. N 3. P. 62-64.
355. **Kowalewska M., Trzaska M.** Corrosion characteristics of nanocrystalline Ni/Si₃N₄ composite layers. *Inż. powierzchni*. 2005. N 2A. P. 131-137.
356. **Zhao Fu-guo, Huang Hao, Wang Fei, Guo Dao-yuan, Lü Bo, Dong Xing-long.** Структура и механические свойства композитных покрытий из наночастиц (Ni-P)-TiN, нанесенных методом электрощеточного распыления. *Diandu yu jingshi*. 2010. V. 32. N 9. P. 1-4.
341. **Ovcharenko A.G., Frolov A.V.** The use of UDD deep cleaning in resource-saving technologies. *Obrab. met.* 2002. N 2. P. 36-37 (in Russian).
342. **Mandich N.V., Dennis D.K.** The coprecipitation of ultrafine particles of diamond with chromium. *Galvanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2002. V. 10. N 1. P. 17-19 (in Russian).
343. **Khmyl A.A., Mushovets I.I., Emelyanov V.A., Dostanko A.P.** The influence of electrolysis modes on the substructure of composites silver-ultrafine diamond. *Dokl. Nats. AN Belarusi*. 2001. V. 45. N 6. P. 119-121, 139 (in Russian).
344. **Burkat G.K., Dolmatov V.Yu.** Obtaining and properties of zinc-diamond composite electrochemical coatings from zinc electrolyte. *Galvanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2001. V. 9. N 2. P. 35-38 (in Russian).
345. **Khmyl A.A., Emelyanov V.A., Mushovets I.I., Kutsenko V.M.** Programmable processes and equipment for the formation of composite electrolytic coatings silver - ultrafine diamond. *Galvanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2001. V. 9. N 3. P. 26-34 (in Russian).
346. **Survilliene Swietlana, Biallozor Swietlana.** Chrom-Diamant-Dispersionsschichten. V. *Galvanotechnik*. 2001. V. 92. N 6. P. 1541-1543.
347. **Dolmatov V.Yu., Burkat G.K., Saburbaev V.Yu., Salko A.E., Veretennikova M.V.** Obtaining and properties of electrochemical composite coatings of noble and non-ferrous metals with ultrafine diamonds of detonation synthesis. *Sverkhverd. mater.* 2001. N 2. P. 52-57 (in Russian).
348. **Mandich N.V., Dennis J.K.** Codeposition of nanodiamonds with chromium. *Metal Finish*. 2001. V. 99. N 6. P. 117-119.
349. **Peng X., Li T., Wu W.** Effect of La_2O_3 particles on the oxidation of electrodeposited nickel films. *Oxid. Metals*. 1999. V. 51. N 3-4. P. 291-315.
350. **Ovchinnikov E.V., Leshchik S.D., Struk V.A., Kholodilov O.V., Fedorov D.I.** Tribological characteristics of composite, multilayer coatings. *Treniye i iznos*. 2000. V. 21. N 2. P. 147-157 (in Russian).
351. **Pidhaichuk S.Ya., Yavors'ka N.M., Abramov O.O.** Determination of the Optimal Modes of Annealing for Composite Electrolytic Coatings Based on Nickel. *Materials Science*. 2017. V. 53. N 1. P. 22-27.
352. **Li Xingyuan, Zhu Yongyong, Xiao Guorong.** Application of artificial neural networks to predict sliding wear resistance of Ni-TiN nanocomposite coatings deposited by pulse electrodeposition. *Ceramics International*. 2014. V. 40. N 8. P. 11767-11772.
353. **Hartung Rudiger, Schmidt Jurgen, Both Sabine.** Tribologische Nickel-Dispersionsschichten mit hexagonalem Bornitrid. VI. *Galvanotechnik*. 2008. V. 99. N 12. P. 2931-2939.
354. **Xia Fa-feng, Wu Meng-hua, Jia Zhen-yuan, Li Zhi.** The effect of TiN nanoparticles on Ni-TiN composite coatings. *Jinshu rechuli*. 2007. V. 32. N 3. P. 62-64.
355. **Kowalewska M., Trzaska M.** Corrosion characteristics of nanocrystalline Ni/Si₃N₄ composite layers. *Inż. powierzchni*. 2005. N 2A. P. 131-137.
356. **Zhao Fu-guo, Huang Hao, Wang Fei, Guo Dao-yuan, Lü Bo, Dong Xing-long.** The structure and mechanical properties of composite coatings of (Ni-P)-TiN nanoparticles deposited by electro-brushing. *Diandu yu jingshi*. 2010. V. 32. N 9. P. 1-4.
357. **Wan Jia-gui, Luo Hua-feng, An Yong-qing.** The study of the deposition of an electrolytic composite coating (Ni-P)-nano-Si₃N₄. The effect of surfactants. *Diandu yu jingshi*. 2008. V. 30. N 12. P. 13-15, 40.

357. **Wan Jia-gui, Luo Hua-feng, An Yong-qing.** Исследование нанесения электролитического композиционного покрытия (Ni-P)-нано-Si₃N₄. Влияние поверхностно-активных веществ. *Dianduyujingshi*. 2008. V. 30. N 12. P. 13-15, 40.
358. **Song Zhen-xing, Yao Suwei, Wang Hong-zhi, Yao Ying-wu.** Исследование коррозии в уксусной кислоте композитных осадков Ni-P/Si₃N₄. *Diandu yu tushi*. 2006. V. 25. N 11. P. 1-4.
359. **Krishnaveni K.** Corrosion resistance of electrodeposited Ni-B and Ni-B-Si₃N₄ composite coatings. *J. Alloys and Compounds*. 2009. V. 480. N 2. P. 765-770.
360. **Xia Fafeng, Liu Chao, Ma Chunhua, Chu Dianqing, Miao Liang.** Preparation and corrosion behavior of electrodeposited Ni-TiN composite coatings. *Internat. J. Refract. Metals and Hard Materials*. 2012. V. 35. P. 295-299.
361. **Железнов Е.В., Кузнецов В.В.** Композиционные хромовые покрытия с ультрадисперсными частицами BNwürц и WC, получаемые из электролитов на основе Cr (VI). *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2017. Т. 25. № 1. С. 34-40.
362. **Щеренкова И.С., Гадалов В.Н., Шкатов В.В., Романенко Д.Н.** Влияние сверхтвердых частиц на повышение эксплуатационных свойств электрохимических покрытий. *Заготовит. производства в машиностр.* 2017. Т. 15. № 2. С. 84-90.
363. **Ma Guozheng, Xu Binshi, Wang Haidou, Wang Xiaohe, Li Guolu, Zhang Sen.** Research on the microstructure and space tribology properties of electric-brush plated Ni/MoS₂-C composite coating. *Surf. Coat. Technol.* 2013. V. 221. P. 142-149.
364. **Chen Wei-Xiang, Tu Jiang-Ping, Ma Xiao-Chun, Xu Zhu-De, Chen Wen-Lu, Wang Jiu-Gen, Cheng Dan-Hong, Ia Jun-Bao, Gan Hai-Yang, Jin Ya-Xu, Tenne R., Rosenstveig R.** Preparation and tribological properties of a galvanic Ni-P coating containing inorganic fullerene-like WS₂ nanomaterials. *Huaxue xuebao*. 2002. V. 60. N 9. P. 1722-1726.
365. **Chen Yuan-di.** Adhesive wear resistance of composite brush plating coating composed of nano-MoS₂. *Cailiaobao-hu*. 2016. V. 49. N 4. P. 26-28, 35.
366. **Polyakov N.A., Danilov A.I., Polukarov Yu.M.** Corrosion-electrochemical behavior of composite chromium coatings from sulfate-oxalate solutions of Cr (III). *Praktika protivokorroziion. zashchity*. 2012. N 2. P. 66-70 (in Russian).
367. **Vitinya I., Grabis J., Zalite I., Belmane V., Rubene V.** Structure and properties of electrodeposited composite coatings based on metal-nanodispersed inorganic compounds. *Mekh. kompozit. mater.* 2004. V. 40. N 3. P. 403-417 (in Russian).
368. **Startsev V.O., Molokov M.V., Salakhova R.K., Semenychev V.V.** Moisture transfer in nickel-plated polymer composites. *Klei. Germetiki. Tekhnologii*. 2017. N 2. P. 18-24 (in Russian).
369. **Kvasnikov M.Yu., Romanova O.A., Krylova I.A., Utkina I.F., Smirnov K.N., Korolev Yu.M., Kiselev M.R., Antipov E.M.** Joint electrodeposition at the cathode of oligomeric compounds and nickel. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2015. V. 23. N 1. P. 39-46 (in Russian).
370. **Kim Jae-Ho, Yamamoto Kenta, Yonezawa Susumu, Takashima Masayuki.** Effects of Ni-PTFE composite plating on AB5-type hydrogen storage alloy. *Mater. Lett.* 2012. V. 82. P. 217-219.
371. **Клеменкова В.С., Соболева Е.С., Кошель С.Г.** Получение композиционного никельфторпластового покрытия, обладающего антифрикционными свойствами. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2010. Т. 18. № 1. С. 28-31.
372. **Song Zhen-xing, Yao Suwei, Wang Hong-zhi, Yao Ying-wu.** The study of corrosion in acetic acid of composite precipitation Ni-P/Si₃N₄. *Diandu yu tushi*. 2006. V. 25. N 11. P. 1-4.
373. **Krishnaveni K.** Corrosion resistance of electrodeposited Ni-B and Ni-B-Si₃N₄ composite coatings. *J. Alloys and Compounds*. 2009. V. 480. N 2. P. 765-770.
374. **Xia Fafeng, Liu Chao, Ma Chunhua, Chu Dianqing, Miao Liang.** Preparation and corrosion behavior of electrodeposited Ni-TiN composite coatings. *Internat. J. Refract. Metals and Hard Materials*. 2012. V. 35. P. 295-299.
375. **Zheleznov E.V., Kuznetsov V.V.** Composite chromium coatings with ultrafine particles BNwürц and WC, obtained from electrolytes based on Cr (VI). *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2017. V. 25. N 1. P. 34-40 (in Russian).
376. **Scherenkova I.S., Gadalog V.N., Shkatov V.V., Romanenko D.N.** The effect of superhard particles on improving the operational properties of electrochemical coatings. *Zagotovit. proizvodstva v mashinost.* Procurement in engineering. 2017. V. 15. N 2. P. 84-90 (in Russian).
377. **Ma Guozheng, Xu Binshi, Wang Haidou, Wang Xiaohe, Li Guolu, Zhang Sen.** Research on the microstructure and space tribology properties of electric-brush plated Ni/MoS₂-C composite coating. *Surf. Coat. Technol.* 2013. V. 221. P. 142-149.
378. **Chen Wei-Xiang, Tu Jiang-Ping, Ma Xiao-Chun, Xu Zhu-De, Chen Wen-Lu, Wang Jiu-Gen, Cheng Dan-Hong, Ia Jun-Bao, Gan Hai-Yang, Jin Ya-Xu, Tenne R., Rosenstveig R.** Preparation and tribological properties of a galvanic Ni-P coating containing inorganic fullerene-like WS₂ nanomaterials. *Huaxue xuebao*. 2002. V. 60. N 9. P. 1722-1726.
379. **Chen Yuan-di.** Adhesive wear resistance of composite brush plating coating composed of nano-MoS₂. *Cailiaobao-hu*. 2016. V. 49. N 4. P. 26-28, 35.
380. **Polyakov N.A., Danilov A.I., Polukarov Yu.M.** Corrosion-electrochemical behavior of composite chromium coatings from sulfate-oxalate solutions of Cr (III). *Praktika protivokorroziion. zashchity*. 2012. N 2. P. 66-70 (in Russian).
381. **Vitinya I., Grabis J., Zalite I., Belmane V., Rubene V.** Structure and properties of electrodeposited composite coatings based on metal-nanodispersed inorganic compounds. *Mekh. kompozit. mater.* 2004. V. 40. N 3. P. 403-417 (in Russian).
382. **Startsev V.O., Molokov M.V., Salakhova R.K., Semenychev V.V.** Moisture transfer in nickel-plated polymer composites. *Klei. Germetiki. Tekhnologii*. 2017. N 2. P. 18-24 (in Russian).
383. **Kvasnikov M.Yu., Romanova O.A., Krylova I.A., Utkina I.F., Smirnov K.N., Korolev Yu.M., Kiselev M.R., Antipov E.M.** Joint electrodeposition at the cathode of oligomeric compounds and nickel. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2015. V. 23. N 1. P. 39-46 (in Russian).
384. **Kim Jae-Ho, Yamamoto Kenta, Yonezawa Susumu, Takashima Masayuki.** Effects of Ni-PTFE composite plating on AB5-type hydrogen storage alloy. *Mater. Lett.* 2012. V. 82. P. 217-219.
385. **Клеменкова В.С., Соболева Е.С., Кошель С.Г.** Получение композиционного никельфторпластового покрытия, обладающего антифрикционными свойствами. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2010. Т. 18. № 1. С. 28-31.

372. **Shoeb M.** Structure and properties of electroposited Ni-PTFE coatings. *Corros. Prev. and Contr.* 2002. V. 49. N 4. P. 141-146.
373. **Starosta R., Chabowski R.** Badania potencjodynamiczne elektrolitycznych powłok dyspersyjnych. *Ochr. koroz.* 2002. V. 45. N 11. P. 209-213.
374. **Szeptycka B.** Hybrydowe powłoki galwaniczne Ni-SiC-PTFE. *Ochr. koroz.* 2002. P. 390-395.
375. **Уткин О.В., Бобровский Л.К., Кубов Ю.К., Соболева Е.С., Кухтенков Р.С.** Принципы формирования композиционных металлофторопластовых покрытий на основе сополимера тетрафторэтилена с этиленом и исследование их свойств. *Вестн. Ярослав. гос. тех. ун-та.* 1999. № 2. С. 98-102.
376. **Szeptycka Benigna.** Galvanischehybride Dispersionsschichten. *Galvanotechnik.* 2002. V. 93. N 3. P. 663-671.
377. **Ibe Toshio, Matsumura Yuichi, Ueno Toshihide, Kiyokawa Hajime, Yonezawa Susumu, Takashima Masayuki.** Электрохимическое нанесение пленки композита Ni - фторопласт на порошок водородабсорбирующего сплава типа AB5. *Nippon Kagaku Kaishi.* 2001. № 7. С. 387-391.
378. **Балакай В.И., Арзуманова А.В., Мурзенко К.В., Балакай И.В.** Износостойкость композиционного электролитического покрытия никель-кобальт-фторопласт, осажденного из хлоридного электролита. *Трение и износ: Международ. науч. журн.* 2018. Т. 39. № 2. С. 135-140.
379. **Wang Qianqian, Zong Quan, Zhang Chunlei, Yang Hui, Zhang Qilong.** Network structure of SnO₂ hollow sphere/PANI nanocomposites for electrochemical performance. *Dalton Transact.: Internat. J. Inorg. Chem.* 2018. V. 47. N 7. P. 2368-2375.
380. **Микиус Николь.** Коррозионная стойкость высокофосфористых никелевых покрытий с низким коэффициентом трения, соосаждение наночастиц и химического никелевого покрытия. *Мир гальваники.* 2017. № 2. С. 54-59.
381. **Андреева Н.П., Ларионов А.В., Графов О.Ю., Голубчиков О.А., Казанский Л.П., Кузнецов Ю.И.** Адсорбция тетрагидрата 5,10,15,20-тетраакис(4-метилпиридил-4')порфина на поверхности никеля из водного раствора. *Коррозия: материалы, защита.* 2016. № 10. С. 22-29.
382. **Niedbala J.** Structure, morphology and corrosion resistance of Ni-Mo+PTh composite coatings. *Bull. Mater. Sci.* 2015. V. 38. N 3. P. 695-699.
383. **Chen H., Li J.H., Yang J.G.** Research of electrodeposited Re-Ni-Fe-P-PTFE composite coating. *Adv. Mater. Res.* 2011. V. 214. P. 93-96.
384. **Данилов Ф.И., Скарн И.В., Скарн Ю.Е., Вакуленко В.М.** Электроосаждение блестящих покрытий сплавом никель-железо. *Гальванотехника и обработка поверхностей.* 2010. Т. 18. № 1. С. 11-16.
385. **Rezrazi M., Doche M.L., Bercot. P., Hihn J.Y.** Au-PTFE composite coatings elaborated under ultrasonic stirring. *Surface and Coat. Technol.* 2005. V. 192. N 1. P. 124-130.
386. **Wang Jun-li, Xu Rui-dong, Long Jin-ming, Guo Zhong-cheng.** Свойства приготовленных импульсным электроосаждением композитных покрытий Re-Ni-W-B-политетрафторэтилен-Al₂O₃. *Cailiao baohu.* 2005. V. 38. N 3. P. 18-20.
387. **Du ke-qin, Kou Jin, Yan Chuan-wei.** Исследование электроосаждения композита Ni/W-политетрафторэтилен. *Dian du yu jing shi.* 2004. Т. 26. № 1. С. 9-12.
388. **Ashassi-Sorkhabi Habib, Bagheri Robabeh, Rezaei-Moghadam Babak.** Protective properties of PPy-Au nanocomposite coatings prepared by sonoelectrochemistry and optimized by the Taguchi method. *J. Appl. Polymer Sci.* 2014. V. 131. N 22. P. 41087.
389. **Kiseleva E.A., Berengarten M.G., Sevastyanov A.P.** Research and optimization of membrane-electrode blocks for portable fuel cells. 3-ya Mezhdunar. Konf. Ross. Khim. Obsch. im. D.I.
374. **Szeptycka B.** Hybrydowe powłoki galwaniczne Ni-SiC-PTFE. *Ochr. koroz.* 2002. P. 390-395.
375. **Utkin O.V., Bobrovsky L.K., Kubov Yu.K., Soboleva E.S., Kukhtenkov R.S.** The principles of the formation of composite fluoroplastic coatings based on a copolymer of tetrafluoroethylene with ethylene and the study of their properties. *Vestn. Yaroslav. gos. tekhn. un-ta.* 1999. N 2. P. 98-102 (in Russian).
376. **Szeptycka Benigna.** Galvanischehybride Dispersionsschichten. *Galvanotechnik.* 2002. V. 93. N 3. P. 663-671.
377. **Ibe Toshio, Matsumura Yuichi, Ueno Toshihide, Kiyokawa Hajime, Yonezawa Susumu, Takashima Masayuki.** The electrochemical deposition of a Ni composite film is a fluoroplastic on a powder of a hydrogen-absorbing alloy of type AB5. *Nippon Kagaku Kaishi.* 2001. N 7. P. 387-391.
378. **Balakai V.I., Arzumanova A.V., Murzenko K.V., Balakay I.V.** Wear resistance of a composite electrolytic coating of nickel-cobalt-fluoroplastic deposited from a chloride electrolyte. *Treniye i iznos.* 2018. V. 39. N 2. P. 135-140 (in Russian).
379. **Wang Qianqian, Zong Quan, Zhang Chunlei, Yang Hui, Zhang Qilong.** Network structure of SnO₂ hollow sphere/PANI nanocomposites for electrochemical performance. *Dalton Transact.: Internat. J. Inorg. Chem.* 2018. V. 47. N 7. P. 2368-2375.
380. **Mikius Nicole.** Corrosion resistance of high phosphorus nickel coatings with a low coefficient of friction, coprecipitation of nanoparticles and chemical nickel coatings. *Mir gal'vaniki.* 2017. N 2. P. 54-59 (in Russian).
381. **Andreeva N.P., Larionov A.V., Grafov O.Yu., Golubchikov O.A., Kazansky L.P., Kuznetsov Yu.I.** Adsorption of 5,10,15,20-tetrakis (N-methylpyridyl-4') tetraosylate porphyrin on the surface of nickel from an aqueous solution. *Korroziya: materialy, zashchita.* 2016. N 10. P. 22-29 (in Russian).
382. **Niedbala J.** Structure, morphology and corrosion resistance of Ni-Mo+PTh composite coatings. *Bull. Mater. Sci.* 2015. V. 38. N 3. P. 695-699.
383. **Chen H., Li J.H., Yang J.G.** Research of electrodeposited Re-Ni-Fe-P-PTFE composite coating. *Adv. Mater. Res.* 2011. V. 214. P. 93-96.
384. **Danilov F.I., Sknar I.V., Sknar Yu.E., Vakulenko V.M.** Electrodeposition of brilliant nickel - iron coatings. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti.* 2010. V. 18. N 1. P. 11-16 (in Russian).
385. **Rezrazi M., Doche M.L., Bercot. P., Hihn J.Y.** Au-PTFE composite coatings elaborated under ultrasonic stirring. *Surface and Coat. Technol.* 2005. V. 192. N 1. P. 124-130.
386. **Wang Jun-li, Xu Rui-dong, Long Jin-ming, Guo Zhong-cheng.** Properties of pulsed electrodeposition of composite coatings RE-Ni-W-B-polytetrafluoroethylene-Al₂O₃. *Cailiao baohu.* 2005. V. 38. N 3. P. 18-20.
387. **Du ke-qin, Kou Jin, Yan Chuan-wei.** Study of electrodeposition of a Ni/W-polytetrafluoroethylene composite. *Dian du yu jing shi.* 2004. V. 26. N 1. P. 9-12.
388. **Ashassi-Sorkhabi Habib, Bagheri Robabeh, Rezaei-Moghadam Babak.** Protective properties of PPy-Au nanocomposite coatings prepared by sonoelectrochemistry and optimized by the Taguchi method. *J. Appl. Polymer Sci.* 2014. V. 131. N 22. P. 41087.
389. **Kiseleva E.A., Berengarten M.G., Sevastyanov A.P.** Research and optimization of membrane-electrode blocks for portable fuel cells. 3-ya Mezhdunar. Konf. Ross. Khim. Obsch. im. D.I.

389. **Киселева Е.А., Беренгартен М.Г., Севастьянов А.П.** Исследование и оптимизация мембранно-электродных блоков для портативных топливных элементов. 3-я Междунар. конф. РХО им. Д.И. Менделеева: «Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии в химической и нефтехимической промышленности». Тез. докл. Москва. 2011. С. 168.
390. **Vasilakopoulos D., Bouroushian M.** Electrochemical co-deposition of PMMA particles with zinc. *Surf. Coat. Technol.* 2010. V. 205. N 1. P. 110-117.
391. **Скибина Л.М., Кузнецов В.В., Соколенко А.И., Лоскутникова И.Н., Якушева М.А.** Кинетика электроосаждения, структура и свойства наноструктурированных медьполимерных покрытий на основе N-метилпирролидона. *Физико-химия поверхности и защита матер.* 2009. Т. 45. № 1. С. 78-83.
392. **Tientong J., Ahmad Y.H., Nar M., D'Souza N., Mohamed A.M. A., Golden T.D.** Improved mechanical and corrosion properties of nickel composite coatings by incorporation of layered silicates. *Mater. Chem. Phys.* 2014. V. 145. N 1-2. P. 44-50.
393. Защитные покрытия для монтажных шпинделей. *Werkstoffe in der Fertigung.* 2011. № 4. P. 18.
394. **Целуйкин В.Н., Соловьева Н.Д., Гунькин И.Ф.** Модифицирование фуллереном C60 металлических поверхностей. *Рос. нанотехнол.* 2008. Т. 3. № 7-8. С. 80-83.
395. **Rethinam A. John, Ramesh Babu G.N.K., Krishnan R.M.** Deposition of nickel-mica electrocomposites and characterisation. *Mater. Chem. and Phys.* 2004. V. 85. N 2-3. P. 251-256.
396. DLC-coated components from Hasco boost productivity. *ETMM.* 2019. V. 21, N 6. P. 20.
397. **Целуйкин В.Н., Закирова С.М., Белякова Д.А., Яковлев А.В., Стрилец А.А.** Электрохимическое осаждение и свойства композиционных покрытий, модифицированных углеродными материалами. 21 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Сб. тез. Санкт-Петербург. 2019. Т. 26. С. 523.
398. **Singh Kehar, Dwivedi Chandra Shekhar.** Electrochemical formation and corrosion studies on zinc-nickel alloys. *J. Indian Chem. Soc.* 2004. V. 81. N 12. P. 1149-1155.
399. **Винокуров Е.Г.** Гальванохимическая обработка поверхности: ресурсоемкость, классификация, системный подход к выбору ресурсоэффективной технологии. 21 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Сб. тез. Санкт-Петербург. 2019. Т. 3. С. 197.
400. **Gupta Abhay, Srivastava Chandan.** Optimum amount of graphene oxide for enhanced corrosion resistance by tin-graphene oxide composite coatings. *Thin Solid Films.* 2018. V. 661. P. 98-107.
401. **Гальченко Г.Ю.** Корозійностійкі композиційні цинкові електролітичні покриття. *Металлург. и горноруд. пром-ть.* 2013. № 3. С. 107-109.
402. **Леонтьев Л.Б., Шапкин Н.П., Леонтьев А.Л., Токликишвили А.Г.** Исследование влияния параметров формирования металлокерамических покрытий на триботехнические свойства сопряжения. *Металлообработка.* 2012. № 2. С. 28-30.
403. **Жачкин С.Ю., Михайлов В.В., Гедзенко Д.В., Живогин А.А.** Микротвердость композитных гальванических покрытий на основе железной матрицы. *Вестн. Воронеж. гос. техн. ун-та.* 2012. Т. 8. № 6. С. 51-53.
404. **Panagopoulos C.N., Georgiou E.P., Gavras A.G.** Composite zinc-flyash coating on mild steel. *Surf. Coat. Technol.* 2009. V. 204. N 1-2. P. 37-41.
- Mendeleyeva: «Resursosberegayushchiye i energoeffektivnyye tekhnologii v khimicheskoy i neftekhimicheskoy promyshlennosti». *Tez. dokl. Moskva.* 2011. P. 168 (in Russian).
390. **Vasilakopoulos D., Bouroushian M.** Electrochemical co-deposition of PMMA particles with zinc. *Surf. Coat. Technol.* 2010. V. 205. N 1. P. 110-117.
391. **Skibina L.M., Kuznetsov V.V., Sokolenko A.I., Loskutnikova I.N., Yakusheva M.A.** Electrodeposition kinetics as well as structures and properties of nanostructured copper polymer coatings based on n-methylpyrrolidone. *Protect. of Metals and Phys. Chem. of Surf.* 2009. V. 45. N 1. P. 75-80.
392. **Tientong J., Ahmad Y.H., Nar M., D'Souza N., Mohamed A.M. A., Golden T.D.** Improved mechanical and corrosion properties of nickel composite coatings by incorporation of layered silicates. *Mater. Chem. Phys.* 2014. V. 145. N 1-2. P. 44-50.
393. Verschleißfeste Schichten auf Spindeln. *Werkstoffe in der Fertigung.* 2011. N 4. P. 18.
394. **Tseluykin V.N., Solovieva N.D., Gunkin I.F.** Modification by fullerene C60 of metal surfaces. *Ros. nanotekhnol.* 2008. V. 3. N 7-8. P. 80-83 (in Russian).
395. **Rethinam A. John, Ramesh Babu G.N.K., Krishnan R.M.** Deposition of nickel-mica electrocomposites and characterisation. *Mater. Chem. and Phys.* 2004. V. 85. N 2-3. P. 251-256.
396. DLC-coated components from Hasco boost productivity. *ETMM.* 2019. V. 21. N 6. P. 20.
397. **Tseluykin V.N., Zakirova S.M., Belyakova D.A., Yakovlev A.V., Strilets A.A.** Electrochemical deposition and properties of composite coatings modified with carbon materials. 21 Mendeleyevskiy s"yezd po obshchey i prikladnoy khimii. Sb. tez. Sankt-Peterburg. 2019. V. 2b. P. 523.
398. **Singh Kehar, Dwivedi Chandra Shekhar.** Electrochemical formation and corrosion studies on zinc-nickel alloys. *J. Indian Chem. Soc.* 2004. V. 81. N 12. P. 1149-1155.
399. **Vinokurov E.G.** Galvanochemical surface treatment: resource intensity, classification, systematic approach to the selection of resource-efficient technology. 21 Mendeleyevskiy s"yezd po obshchey i prikladnoy khimii. Sb. tez. Sankt-Peterburg. 2019. V. 3. P. 197.
400. **Gupta Abhay, Srivastava Chandan.** Optimum amount of graphene oxide for enhanced corrosion resistance by tin-graphene oxide composite coatings. *Thin Solid Films.* 2018. V. 661. P. 98-107.
401. **Galchenko G.Yu.** Corrosive composition of zinc and electrolytic coating. *Metallurg. i gornorud. prom-st'.* 2013. N 3. P. 107-109 (in Russian).
402. **Leontyev L.B., Shapkin N.P., Leontyev A.L., Toklikishvili A.G.** Investigation of the influence of the parameters of the formation of cermet coatings on the tribological properties of the interface. *Metalloobrabotka.* 2012. N 2. P. 28-30 (in Russian).
403. **Zhachkin S.Yu., Mikhailov V.V., Gedzenko D.V., Zhivogin A.A.** Microhardness of iron-based composite electroplated coatings. *Vestn. Voronezh. gos. tekhn. un-ta.* 2012. V. 8. N 6. P. 51-53 (in Russian).
404. **Panagopoulos C.N., Georgiou E.P., Gavras A.G.** Composite zinc-flyash coating on mild steel. *Surf. Coat. Technol.* 2009. V. 204. N 1-2. P. 37-41.
405. **Zhu Zeng-wei, Zhu Di.** The effect of solid particle perturbation on the microstructure and properties of electroforming copper. *Zhongguo youse jinshu xuebao.* 2006. V. 16. N 9. P. 1558-1562.

405. **Zhu Zeng-wei, Zhu Di.** Влияние пертурбации твердых частиц на микроструктуру и свойства гальванопластичной меди. *Zhongguo youse jinshu xuebao*. 2006. V. 16. N 9. P. 1558-1562.
406. **Винокуров Е.Г., Зуев К.В., Жигунов Ф.Н., Перевалов В.П.** Износостойкость композиционных покрытий никель-фосфор-модифицированный фталоцианинат меди. *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2018. Т. 54. № 1. С. 100-103.
407. **Перевалов В.П., Винокуров Е.Г., Зуев К.В., Василенко Е.А., Цивадзе А.Ю.** Модифицирование и применение фталоцианинатов металлов в гетерогенных системах. *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2017. Т. 53. № 2. С. 115-131.
408. **Графушин Р.В., Винокуров Е.Г., Махина В.С., Бурухина Т.Ф.** Электроосаждение и физико-механические свойства композиционных покрытий на основе хрома с различными модификациями углерода. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2018. Т. 26. № 2. С. 26-32.
409. **Скопинцев В.Д., Винокуров Е.Г.** Трибологические характеристики оксидно-металлических и гибридных композиционных покрытий. *Стекло и керамика*. 2019. № 1. С. 26-30.
410. **Целуйкин В.Н., Толстова И.В., Соловьева Н.Д., Гунькин И.Ф.** Свойства композиционных покрытий никель-фуллерен C₆₀. *Гальванотехника и обработка поверхности*. 2006. Т. 14. № 1. С. 28-31.
411. **Целуйкин В.Н., Соловьева Н.Д., Гунькин И.Ф.** Электроосаждение композиционных покрытий никель-фуллерен C₆₀. *Защита мет.* 2007. Т. 43 № 4. С. 418-420.
412. **Целуйкин В.Н., Соловьева Н.Д., Гунькин И.Ф.** Модифицирование фуллереном C₆₀ металлических поверхностей. *Рос. Нанотехнол.* 2008. Т 3. № 7-8. С. 80-83.
406. **Vinokurov E.G., Zuev K.V., Zhigunov F.N., Perevalov V.P.** Wear resistance of nickel-phosphorus-modified copper phthalocyanate composition coatings. *Protect. of Metals and Phys. Chem. of Surf.* 2018. V. 54. N 1. P. 92-94.
407. **Perevalov V.P., Vinokurov E.G., Zuev K.V., Vasilenko E.A., Tsivadze A.Y.** Modification and application of metal phthalocyanines in heterogeneous systems. *Protect. of Metals and Phys. Chem. of Surf.* 2017. V. 53. N 2. P. 199-214.
408. **Grafushin R.V., Vinokurov E.G., Makhina V.S., Burukhina T.F.** Electrodeposition and physicomechanical properties of chromium-based composite coatings with various carbon modifications. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2018. V. 26. N 2. P. 26-32 (in Russian).
409. **Skopintsev V.D., Vinokurov E.G.** Tribological characteristics of metal-oxide and hybrid composite coatings. *Glass and Ceramics*. 2019. V. 76. N 1-2. P. 22-26.
410. **Tseluykin V.N., Tolstova I.V., Solovieva N.D., Gunkin I.F.** Properties of composite coatings nickel-fullerene C₆₀. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti*. 2006. V. 14. N. 1. P. 28-31 (in Russian).
411. **Tseluykin V.N., Solovyova N.D., Gunkin I.F.** Electrodeposition of nickel-fullerene C₆₀ composition coatings. *Protection of Metals*. 2007. V. 43. N 4. P. 388-390.
412. **Tseluykin V.N., Solovyova N.D., Gunkin I.F.** Modification by fullerene C₆₀ of metal surfaces. *Ros. nanotekhnol.* 2008. V. 3. N 7-8. P. 80-83 (in Russian).

Поступила в редакцию 06.02.2020
Принята к опубликованию 13.05.2020

Received 06.02.2020
Accepted 13.05.2020