

Абдуразова П.А.,
Сатаев М.С.,
Қошқарбаева Ш.Т.,
Қыдыралиева А.

Металды және диэлектрлі беттерде күміс қабықшаларын алу

Жұмыста әртүрлі үлгілердің беттік қабатына мыс-фосфорлы, күміс-фосфорлы қабықшаларды енгізу және олардың ары қарай күміске трансформациялануы зерттелген. Үлгі ретінде тегіс бетті жалпақ металл пластиналары, жалпақ және кеуекті полимерлі пластиналар, сонымен қатар мата материалдары пайдаланылды. Ерітіндімен суландыруды қамтамасыз ету мақсатында, сонымен қатар қажетті адгезияны жасау үшін, беттік ауданды алдын-ала дайындау жұмыстары жүргізілді. Осылай дайындалған беттік қабатында мыс немесе күміс тұздары бар қабықшалар түзілді. Бұл үшін әр металл өзіне сәйкес түз ерітіндісіне біраз уақытқа батырылды. Суланған үлгі металл тұзының концентрациясына қарай, алынатын қабат қалыңдығына әсер ететіндігі байқалды. Мыс сульфатының концентрациясын 100 ден 250 г/л-ге өзгерткенде, қабаттың 0,3 тен 0,6 мкм-ге дейін өзгеретіндігі анықталды. Алынған металл тұздарын фосфидке тотықсыздандыру үшін фосфинкүрамды газ қолданылды. Бұл әдісті бұйымдардың беткі қабатына және жеке кеуектердің ішкі аудандарына қабықшалар алуға қолдануға болады. Бұл кезде алынатын қабықшалардың адгезияларының жоғары болуына қол жеткізеді.

Түйін сөздер: күміс қабықшалары; мыс қабықшалары; металды беттер; диэлектрлі беттер; мата материалдары; бактерицидтік қасиет; кеуектілік.

Abdurazova P.A.,
Satayev M.S.,
Koshkarbayeva Sh.T.,
Kydryaliyeva A.

M.O. Aueзов South Kazakhstan State
University, Shymkent, Kazakhstan

Production of silver films on metal and dielectric surfaces

The paper contains the research results of copper-phosphorus and silver-phosphorus films production on various surfaces and further transformation of these films in silver. Flat metal plates, flat and porous polymeric plates and also fabric materials have been used as samples. For improvement of wettability of surfaces by solutions, and also for intensification of adhesion the works connecting with preparation of the surfaces of the samples have been carried out. Films of copper and silver salts have been produced on these surfaces. For this purpose the samples have been dipped for some time in solutions of corresponding salts. It has been noticed, that a thickness of a film of the moistened sample depends on concentration of salt solutions. At change of concentration of the copper sulphate solution from 100 to 250 g/l, the film thickness has changed from 0,3 to 0,6 microns. For reduction of used salts in phosphides a phosphine-containing gas has been used. The method can be applied for production of films on surfaces of products and internal pores of samples. During the process high adhesion of produced films can be reached.

Key words: silver films; copper films; metal surfaces; dielectric surfaces; fabric materials; bactericidal properties; porosity.

Абдуразова П.А.,
Сатаев М.С.,
Қошқарбаева Ш.Т.,
Қыдыралиева А.
Южно-Казахстанский
государственный университет
имени М.О. Ауэзова,
г.Шымкент, Казахстан

Получение пленок серебра на металлических и диэлектрических поверхностях

В данной работе приведены результаты исследования процесса получения медь-фосфорных и серебро-фосфорных пленок на различных поверхностях и их дальнейшей трансформации в серебро. В качестве образцов были использованы плоские металлические пластины, плоские и пористые полимерные пластины, а также тканевые материалы. В целях обеспечения смачиваемости поверхностей раствором, а также для улучшения адгезии были проведены работы по подготовке поверхности образцов. На этих поверхностях были получены пленки солей меди или серебра. Для этого образцы были погружены на некоторое время в растворы соответствующих солей. Было замечено, что толщина пленки смоченного образца зависит от концентрации соли. При изменении концентрации раствора сульфата меди от 100 до 250 г/л, толщина пленки изменилась от 0,3 до 0,6 мкм. Для восстановления используемых солей в фосфиды был использован фосфинсодержащий газ. Данный метод можно применять для получения пленок на поверхности изделий и внутренних порах образцов. При этом достигается высокая адгезия получаемых пленок.

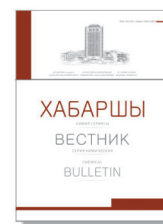
Ключевые слова: пленки серебра; пленки меди; металлические поверхности; диэлектрические поверхности; тканевые материалы; бактерицидные свойства; пористость.



CHEMICAL BULLETIN

of Kazakh National University

<http://bulletin.chemistry.kz/>



ӘОЖ 621.357.53

<http://dx.doi.org/10.15328/cb555>

***Абдуразова П.А., Сатаев М.С.,
Қошқарбаева Ш.Т., Қыдыралиева А.**

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент қ., Қазақстан

*E-mail: abdurazova-p@mail.ru

МЕТАЛДЫ ЖӘНЕ ДИЭЛЕКТРЛІ БЕТТЕРДЕ КҮМІС ҚАБЫҚШАЛАРЫН АЛУ

Кіріспе

Қазіргі таңда металды және диэлектрлі бұйымдардың беттеріне антикоррозиялық, каталитикалық және бактерицидтік қасиеттер беру мақсатында оларды күміспен қаптайды [1-3]. Мұндай қаптаулар химиялық заттардың синтезі процесінде, экологияда, медицинада, халық тұтынатын тауар өндірісінде қолданылады.

Металды және диэлектрлі бұйымдарды күміспен қаптаудың белгілі әдістері ерітінділерден күміс иондарының химиялық тотықсыздануына немесе газды фазадан күміс бөлшектерін физикалық шандандыруға байланысты.

Химиялық күмістендіру кезінде негізгі компонент ретінде күмістің тұздарын нитрат түрінде, цианидті немесе аммиакты кешендер түрінде қолданады. Тотықсыздандырғыштардан пирогаллол, формальдегид, сегнет тұзы, глюкоза, гидразин-гидрат қолданылады. Химиялық күмістендіруді бұйымдарды ерітіндіге батыру, құю немесе сығылған ауасы бар ерітінді құйылған арнайы тапанша арқылы шашырату әдістерімен жүргізуге болады. Күмісті тотықсыздандыру процесі өңделіп жатқан заттардың беткі қабатында ғана емес, сонымен қатар ерітіндінің барлық көлеміне жеткілікті дәрежеде жеңіл өтеді. Сондықтан күмістендіру ерітінділерінің тұрақтылығы төмен, оларды тұрақтандыру үшін әртүрлі қоспа заттар қосу ұсынылады: желатин, пиридин, хром қосылыстары, және де күміс, сынап пен қорғасын қосылыстары [1,5-9].

Күміс және тотықсыздандырғыш ерітінділерін бөлек сақтайды және күмістендірудің алдында ғана араластырады. Күміс ерітінділерін ұзақ уақыт сақтағанда жарылғыш заттар түзілуі мүмкін (күмістің нитридін және азидін). Сондықтан мұндай ерітінділерді мұқиятты түрде және техника қауіпсіздігі ережелерін сақтай отыра қолдану қажет. Осы себептен қолданылмай қалған күмістендіру ерітіндісін күмістің ам-

миакты комплексін бұзу мақсатында күкірт қышқылының артық мөлшері қосылған ыдысқа құйылады [10,11].

Күміс, жез, мельхиор және басқа мыс балқымаларынан жасалған ұсақ бұйымдарды күміспен қаптауда мырыш электродын қолдана отырып, контактылы күмістендіру әдісін қолданады. Ерітінді мынадай құрамнан тұрады (г/л): күміс нитраты 10, калий цианаты 30, ванна температурасы 60-70°C, батырылу ұзақтығы 2-3 мин.

Контактылы күмістендіруді күмістің беткі қабатын щетканың көмегімен жағу арқылы да жүзеге асыруға болады. Бұл үшін мынадай құрамдағы ерітінділер дайындалады: 20 г күміс нитраты, 30 г калий цианаты; 8 г натрий хлориді, су 1 л. Осы ерітінділердің азғана мөлшеріне майдалап езілген борды немесе вен әгін қосып араластырады. Алынған қоспаны бұйымның беткі қабатына жағады. Біркелкі күміс шөгінділері пайда болғанша жағуды жалғастыра береді. Сонымен қатар құрамында (г/л): 10 күміс хлориді, 20 натрий хлориді және шарапқышқылды калий қоспалары бар ерітінділері ұсынылады.

Химиялық күмістендірудің кемшіліктеріне кеуекті материалдардың ішкі қабаттарын қаптау, қаптаманың қалыңдығын реттеу қиындықтары, өңделген электролиттердің құрамындағы күмісті қайта пайдаға асыру қажеттіліктері жатады.

Күмістеудің физикалық әдісін қолданғанда алдын ала күміс бөлшектерін алады, содан кейін газ фазалы, плазмалы немесе вакуумды шашырату жолымен енгізеді [2,8,12]. Физикалық әдістің кемшілігіне күміс бөлшектерін алдынала алудың қажеттілігі, кеуекті материалдардың ішкі қабаттарын металдау қиындықтары, қаптаманың қалыңдығын реттеу қиындықтарын жатқызуға болады.

Бүгінде әлем елдерінің ғалымдары дәстүрлі залалсыздандыру әдістерін қолданбай, оның орнына ауруханалардың мекемелері мен жиһаздарын күміс және мыс құрамды бактерицидті қаптамалармен жасап шығаруда еңбек етуде [13-18]. Осы орайда, нанотехнология қымбат тұратын күміс шығынын төмендетуге елеулі түрде мүмкіндік береді.

Матаның беткі қабаттарына күміс нанобөлшектерін қондыру үшін біріктірілген химиялық тотықсыздандыру және физикалық адсорбциялы культрадыбыс әдісі ұсынылды [9].

Тұнбаға түскен күмістің массалық үлесі матаның қасиетіне тәуелді емес. Бұл жағдай бөлшектердің физикалық адсорбция арқылы тұрақтандыратынын білдіреді. Осыған қарағанда, ультратрадыбыс талшықтың беткі қабаттарына

бөлшектерді күшпен салғандай болады. Бөлшектердің өлшемі орта шамада 80 нм-ге тең, алайда бұдан да ірі агрегаттары кездеседі.

Тәжірибелік бөлім

Жұмыста әртүрлі үлгілердің беткі қабатына мыс-фосфорлы, күміс-фосфорлы қабықшаларды енгізу және олардың ары қарай күміске трансформациялануы зерттелген. Үлгі ретінде тегіс бетті жалпақ металл пластиналары, жалпақ және кеуекті полимерлі пластиналар, сонымен қатар мата материалдары пайдаланылды.

Технологиялық ерітіндімен суландыруды қамтамасыз ету мақсатында, сонымен қатар қажетті адгезияны жасау үшін, беттік ауданды алдын-ала дайындау жұмыстары жүргізілді. Бұл үшін татын кетіру және майсыздандыру операциялары қолданылды.

Татын кетіру процесі металды және бірқатар диэлектрлі материалдарға жүргізілді. Осы орайда, металды қабаттардың өңделуі оксидті қабықшалардың жойылуы үшін қолданылса, ал бейметалды қабаттардың өңделуі микро кедір-бұдырлық пайда болуы үшін жасалынды. Осы мақсатта қолданылған ерітінділер мен процесс режимдері ұсынылған техникалық әдебиеттердегі деректерден айырмашылығы жоқ. Кедір-бұдырлы немесе кеуекті қабаты бар бейметалды материалдар үшін татын кетіру тәсілі қажет емес.

Майсыздандыру сілті ерітінділеріне БАЗ қоса отырып жүргізіледі [19]. Кейбір жағдайларда осы мақсатта органикалық еріткіштер (ацетон, бензол және т.б.) қолданылған.

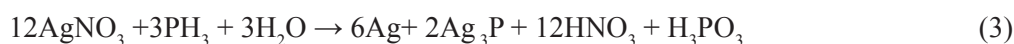
Әр татын кетіру және майсыздандыру операцияларынан кейін, үлгілер ыстық және суық сумен шайылады.

Осылай дайындалған беткі қабатта мыс тұздары немесе күміс ерітіндісі бар қабаты түзілді. Бұл үшін әр металл өзіне сәйкес тұз ерітіндісіне біраз уақытқа батырылды. Ерітіндіден үлгілерді алып, шайқаған соң, олардың бетінде мыс тұзы немесе күміс ерітіндісінің жұқа қабаты қалады. Мыс тұзының жұқа қабаты түзілуі үшін, мыс сульфаты мен нитратының судағы ерітіндісі қолданылды. Осы орайда алынған жұқа қабаттың сапасы өзгерген жоқ. Күміс фосфидін алу үшін күміс нитратының судағы ерітіндісі қолданылды.

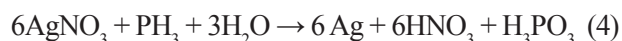
Суланған үлгі металл тұзының концентрациясына қарай, алынатын қабат қалыңдығына әсер етеді. Мысалы, мыс сульфатының концентрациясын 100 ден 250 г/л-ге өзгерткенде, қабаттың 0,3 тен 0,6 мкм-ге дейін өзгерді. Сондай-ақ тегіс беткі қабаттың кептірілмеген тұздарының

қабатында жылтыраған фосфид қабаты түзілді. Концентрленген ерітінділерді пайдаланғанда, ылғалдылықтың булануы нәтижесінде, беткі қабатта сәйкес тұздар түзілуі мүмкін. Мұндай жағдайда түзілген фосфид қабаты, осы кристалдар түрін қайталайды. Осы құбылысты пайдалана отырып декоративтік қаптаудың «кристаллит» түрін алудың технологиясы жасап шығарылған [20]. Кеуекті материалдардың ішкі қабатына фосфидті қабатты енгізгенде, концентрациясы төмен ерітіндіні қолданып беткі қабатты кептірген пайдалы, өйткені бұл кеуекке газтүріндегі тотықсыздандырғышты (фосфинді) диффузиялануына әсер етеді.

Газтүріндегі фосфин ұнтақ тәріздес мырыш фосфидін қышқылмен ыдырату нәтижесінде алынды [21]. Мырыш фосфиді қышқылдармен фосфин және соған сәйкес мырыш тұзын түзе әрекеттеседі:

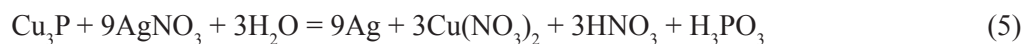


Күміс ионын фосфинмен тотықсыздандыру жағдайында сонымен қатар мынандай реакция жүруі мүмкін.



Осы жағдайдың жанама шешімі ретінде тәжірибе кезінде жұмсалатын фосфиннің жоғары шығымын айтуға болады.

мыс фосфиді жағдайында



күміс фосфиді жағдайында



Азот қышқылының аз артық мөлшері мыс және күміс иондарының фосформен әрекеттесуі нәтижесінде түзілген ерімейтін тұнбалардың алдын-алу үшін қажет. Үлгілерді процестен кейін сумен шайып және ауада кептіреді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Зерттеу үшін растрлі электронды микроскоп ISM-6490-LV (JEOL, Япония) қолданылды. Бұл құрал беткі қабаттардың бөліктерінің



Бұл заттың тотықсыздандырғыш қасиеті, ерітіндідегі иондарға қатынасы және де кристаллды түрдегі ион-атомдарына қатынасы өте жоғары.

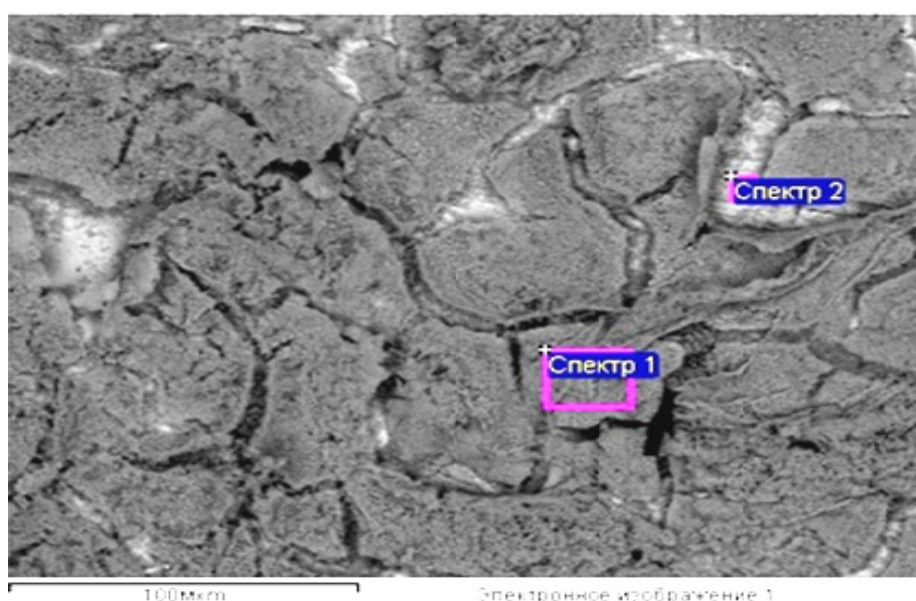
Сорбционды мыс пен күміс тұздарының қабаттары бар үлгілерді, алдын-ала азотпен үрлеу арқылы ішіндегі ауасы жойылған герметикалық камераға салып және камераға фосфин газын сіңіргенше беріледі. Әдетте бұл процесс бөлме температурасында 7-10 минут аралығында жүргізіледі. Әрекеттеспеген фосфин құрамды газдың қалдығын калий дихроматы ерітіндісі арқылы үрлеп залалсыздандырады. Осы орайда мыс фосфиді немесе күміспен қапталған қабығы бар қабаттың үлгісі алынады. Фосфидтің түзілуін келесі реакциялармен түсіндіруге болады.

(спектрлерінің) әрқилы енгізбелі өлшемдерінің электронды бейнелерін (суреттерін) алуға мүмкіндік береді. Бірмезгілде элементтердің жалпы және бөлек спектрлерін кесте түрінде алуға болады. Фосфидтердің күміске толық айналуын зерттеу үшін негіз ретінде жалпақ платиналық пластина қолданылды. Бұл күмістен теріс металды негізді қолданғанда күмістің контактылы бөлінуінің алдын алуға мүмкіндік береді. Үлгі бетінде мыс тұздарының сорбционды қабатын алу үшін пластинаны 200 г/л болатын CuSO_4 ерітіндісіне батыру арқылы жүзеге асырылды.

Қалған операциялар жоғарыда көрсетілген әдістеменен жүргізілген.

Платинада түзілген қабық (1-сурет) таза күмістің пайда болуын білдіреді. Бұған дәлел ретінде платиналық пластинаның жоғары қабатының элементті талдауында мыс және фосфордың болмауын айтуға болады.

Демек, мыс фосфидінің күміске айналуы 5-реакция бойынша толығымен жүргізіледі. Мыс фосфидінің және күмістің меншікті массаларының әртүрлілігіне қарай қабықта сынықтардың және жарықтардың пайда болуына әкеп соғатын ішкі кернеулер пайда болады.



Элемент	Массалық %	Элемент	Массалық %
1-спектр		2-спектр	
Ag	96.81	Ag	29.33
Pt	3.09	Pt	70.67

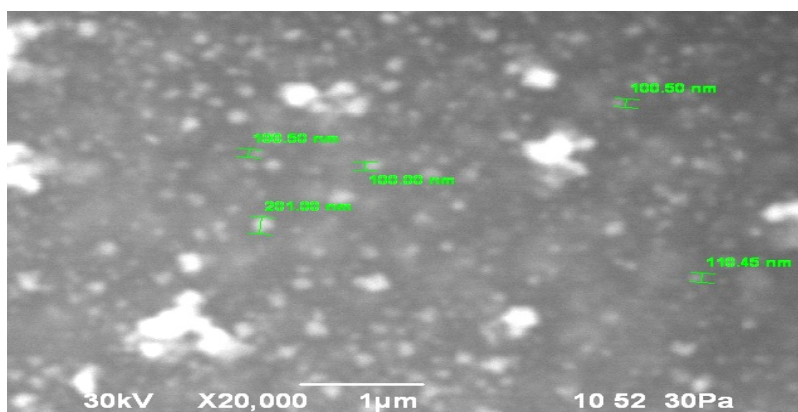
1-сурет – Алдымен мыс фосфиді қабықшалары енгізілген, кейіннен металды күміске айналған платиналық пластинаның беткі қабатының суреті

Пластинаның беткі қабатын толығымен қабықшалар қаптап жатады, бірақ әртүрлі бөліктерде оның қалыңдығы біркелкі емес. Мүмкін, бұл пластинаның беткі қабатының микро рельефіне байланысты. Пластинаның нағыз қабаты микрошұңқырлардан, тегіс қабаттан және микрошұңқырлардан құралған. Пластинаны мыс сульфаты ерітіндісімен суландырғанда ерітінді-

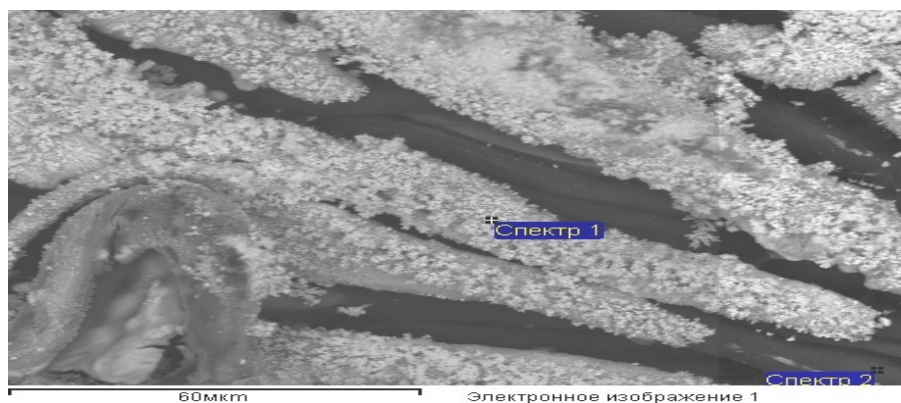
нің сорбционды қабаты микрошұңқырлар жағына қарағанда, микрошұңқырларда және тегіс қабатта қалыңырақ. Бұл жағдай қабаттың әртүрлі бөліктеріндегі пайыздық құрамына әсер етеді. 1-суретте қара түсті бөліктер (1-спектр) толығымен күміс қабығымен қапталған, ашық түсті бөліктер (2-спектр) жұқа күміс қабатымен қапталған микрошұңқырларға сәйкес келеді.

Қабықтың құрамына кіретін күміс бөлшектері диаметрі 100 нм жақын шар тәрізді формаға ие (2-сурет). Суреттегі ашық түсті дақтар платиналық пластиналардың микрошығындыларының шыңдарына сәйкес келеді. Осыған ұқсас әдіспен мақтақағазды маталарға (3-сурет) күміс қабықша-

сын енгізудің нәтижесінде бөлшектерінің формасы дұрыс емес, бірақ шар тәрізді формаға ұқсас бөлшектер түзіледі. Осы орайда мата бетіндегі күмістің мөлшері, металл пластинаға қарағанда азырақ. Мүмкін, бұл мата бетінің кеңдігімен түсіндіріледі.



2-сурет – Платиналық тілім қабатына енгізілген күміс қабықшасының суреті. Сандар күміс бөлшектерінің өлшемін көрсетеді.



Элемент	Массалық %	Элемент	Массалық %
1-спектр		2-спектр	
C	26.59	C	42.67
O	21.84	O	34.20
P	1.78	P	0.73
Ag	47.79	Ag	19.39

3-сурет – Күміспен қапталған матаның суреті

Күміс қабығын, күміс және мыс ерітіндісіне қарапайым түрде суланған бұйымдардың беткі қабаттарының наноқабықшаларын төмен температурада газды фазада тотықсыздандыру әдісімен алуға болатын технология жасалып шығарылды.

Қорытынды

Ұсынылып отырған технологияның жаңашылдығы металл бөлшектерін, артық қысым мен вакуумды қажет етпейтін, бөлме темпера-

турасында алу болып табылады. Осы жағдайда тотықсыздандырғыш газ түріндегі фосфин болып табылады. Бұл заттың тотықсыздандырғыштық қабілеті ерітіндідегі иондардың және кристаллды формадағы ион-атомдарының қатынасына қарағанда аса жоғары.

Бұл процесс каталитикалық процесс болып табылмайтындықтан, қаптауды күміс немесе мыс тұздарының судағы ерітіндісімен суланған кез-келген металды және диэлектрлі негіздерге енгізуге болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Хокинг М., Васатасри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия: получение, свойства, применение. – М.: Мир, 2000. – С.518.
- 2 Патент РФ ИЗ № 2333034 (2008.09.10) Композиция катализатора, содержащего серебро, способ получения каталитической композиции и использование каталитической композиции для эпоксидирования этилена.
- 3 Патент РФ ИЗ № 2257423 (27.07.2005) ООО «Обнинский центр порошкового напыления».
- 4 Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии. – 2008. – Т.77, №3. – С.242-269.
- 5 Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению. – М.: Техносфера, 2006. – С.216.
- 6 Оленин А.Ю., Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Лисичкин Г.В. Формирование поверхностного слоя наночастиц серебра в водных и водно-органических средах // Коллоидный журнал. – 2008. – Т.70, №1. – С.78-84.
- 7 Ломовский О.И., Болдырев В.В. Беспалладиевая металлизация в технологии печатных плат // Журнал прикладной химии. – 1989. – Т.62, №2. – С.2444-2455.
- 8 Lomovsky O.L., Zaikova I.O. Thermal decomposition of copper hypophosphite and possibility of the reaction control // Thermochemica Acta. – 1986. – Vol.92. – P.645-648.
- 9 Perelshtein I., Applerot G., Perkas N., Guibert G., Mikhailov S., Gedanken A. Sonochemical coating of silver nanoparticles on textile fabrics (nylon, polyester and cotton) and their antibacterial activity // Nanotechnology. – 2008. – Vol.19. – P.5705.
- 10 Шалкаускас М.И., Вашкялис А.Ю. Химическая металлизация пластмасс. – Л.: Химия, 2000. – С.144.
- 11 Лиакумович А.Г., Фридман Б.С., Зильберман А.Б., Гусева М.С. Современное состояние химико-гальванической металлизации пластических масс (обзор) // Пластические массы. – 1989. – Vol.2. – P.40–43.
- 12 Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций. – Материалы 4-й всероссийской практической конференции, г. Санкт-Петербург, Россия, 2002. – С.136-140.
- 13 Синдеев Ю.Г. Гальванические покрытия. – М.: Феникс, 2000. – С.251.
- 14 Vertelov G.K., Krutyakov Yu.A., Efremenkova O.V., Olenin A. Yu., Lisichkin G.V. A versatile synthesis of a highly bactericidal Myramistin® stabilized silver nanoparticles // Nanotechnology. – 2008. – Vol.19. – P.355707.
- 15 Lansdown, A.B., Silver I: its antibacterial properties and mechanism of action // Journal of Wound Care. – 2002. – Vol.11. – P.125-130.
- 16 Thomas S., McCubbin P. A comparison of the antimicrobial effects of four silver-containing dressings on three organisms // Journal of Wound Care. – 2003. – Vol.12. – P.101-107.
- 17 Ip M., Lui S.L., Poon V.K.M., Lung I., Burd A. Antimicrobial activities of silver dressings: an in vitro comparison // Journal of Medical Microbiology. – 2006. – Vol.55. – P.59-63.
- 18 Darouiche R.O. Anti-infective efficacy of silver-coated medical prostheses // Clinical Infectious Diseases. – 1999. – Vol.29. – P.1371-1377.
- 19 Furno F., Morley K.S., Wong B. et al. Silver nanoparticles and polymeric medical devices: a new approach to prevention of infection? // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. – 2004. – Vol.54. – P.1019-1024.
- 20 Вольский Н.Н., Селедцов В.И., Любимов Г.Ю. Иммуномодулирующие свойства препаратов коллоидного серебра. Коллоидное серебро. Физико-химические свойства. Применение в медицине. – Институт катализа им. Борескова Г.К. Сибирское отделение РАН. Новосибирск, 1992. – С.31-52.
- 21 Артемова А. Серебро исцеляет и омолаживает. – Москва-Санкт-Петербург: ДИЛЯ, 2002. – С.142.
- 22 Зюзькевич С.А. Очистка деталей от жировых загрязнений перед нанесением гальванических покрытий // Мир гальваники. – 2007. – Т.1. – С.34.
- 23 Satayev M., Koshkarbeyeve Sh., Tukibayeva A., Tuleshova E. Obtaining of decorative coatings of the «crystallite» type on metallic and nonmetallic surface // Asian Journal of Chemistry – 2013. – Vol.25. P.10301-10304.
- 24 Ван Везер. Фосфор и его соединения. – М: ИЛ, 1962. – 687с.

References

- 1 Hoking M, Vasatasry V, Sidky P (2000) Metal and ceramic coverings: production, properties, application [Metallicheskiye i keramicheskiye pokrytiya: polucheniye, svoystva, primeneniye]. World, Moscow, Russia. P.518. (In Russian). ISBN5030025707
- 2 Composition of a silver-containing catalyst, a way of the catalytic composition's production and use of the catalytic composition for epoxidation of ethylene [Kompozitsiya katalizatora, soderzhashchego serebro, sposob polucheniya kataliticheskoy kompozitsii i ispol'zovaniye kataliticheskoy kompozitsii dlya epoksidirovaniya etilena]. Patent of the Russian Federation for an invention № 2333034 (2008.09.10). (In Russian)
- 3 Patent of the Russian Federation for an invention № 2257423 (27.07.2005). Open Company «Obninsk Centre of a Powder Spraying». (In Russian)
- 4 Krutjakov YuA, Kudrinskiy AA, Olenin AYu, Lisichkin GV (2008) Russ Chem Rev 77(3):242-269. (In Russian).<http://dx.doi.org/10.1070/RC2008v077n03ABEH003751>
- 5 Hamburg YuD (2006) Galvanic coverings. Application handbook [Gal'vanicheskiye pokrytiya. Spravochnik po primeneniyu]. Technosphere, Moscow, Russia. P.216. (In Russian). ISBN5-94836-079-2
- 6 Olenin AYu, Krutjakov YuA, Kudrinskiy AA, Lisichkin GV (2008) Colloid J+ 70:78-84. (In Russian).<http://dx.doi.org/0.1134/S1061933X08010110>
- 7 Lomovsky OI, Boldyrev VV (1989) Russ J Appl Chem+ 62:2444-2455. (In Russian)
- 8 Lomovsky OI, Zaikova IO (1986) Thermochim Acta 92:645-648.
- 9 Perelshtein I, Applerot G, Perkash N, Guibert G, Mikhaylov S, Gedanken A (2008) Nanotechnology 19:5705. <http://dx.doi.org/10.1088/0957-4484/19/24/245705>
- 10 Shalkauskas MI, Vashkalyis AYu (2000) Chemical metallization of plastics [Khimicheskaya metallizatsiya plastmass]. Chemistry, St. Petersburg, Russia. P.144. (In Russian)
- 11 Liakumovich AG, Fridman BS, Zilberman AB, Guseva MS (1989) Plastics 2:40-43. (In Russian)
- 12 Technologies of repair, restoration, hardening and renewal of machines, mechanisms, equipment and metalwares (2002) Materials of the 4th All-Russian practical conference, St. Petersburg, Russia. P.136-140. (In Russian)
- 13 Sindeyev YuG (2000) Galvanic coatings. Phoenix, Moscow, Russia. P.251. (In Russian). ISBN 5-222-01399-5
- 14 Vertelov GK, Krutyakov YuA, Efremenkova OV, Olenin AYu, Lisichkin GV (2008) Nanotechnology 19:355707. <http://dx.doi.org/10.1088/0957-4484/19/35/355707>
- 15 Lansdown AB (2002) J Wound Care 11:125-130. <http://dx.doi.org/10.12968/jowc.2002.11.4.26389>
- 16 Thomas S, McCubbin P (2003) J Wound Care 12:101-107. <http://dx.doi.org/10.12968/jowc.2003.12.3.26477>
- 17 Ip M, Lui SL, Poon VKM, Lung I, Burd A (2006) J Med Microbiol 55:59-63. <http://dx.doi.org/10.1099/jmm.0.46124-0>
- 18 Darouiche RO (1999) Clin Infect Dis 29:1371-1377. <http://dx.doi.org/10.1086/313561>
- 19 Furno F, Morley KS, Wong B et al. (2004) J Antimicrob Chemoth 54:1019-1024. <http://dx.doi.org/10.1093/jac/dkh478>
- 20 Volskiy NN, Seledtsov VI, Lyubimov GYu (1992) Immunomodulatory properties of colloid silver preparations. Colloid silver. Physical and chemical properties. Application in medicine [Immunomoduliruyushchiye svoystva preparatov kolloidnogo srebra. Kolloidnoye serebro. Fiziko-khimicheskiye svoystva. Primeneniye v meditsine]. Institute of Catalysis named after Boreskov G.K. of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia. P.31-52. (In Russian)
- 21 Artyomova A (2002) Silver heals and rejuvenates [Serebro istelyayet i omolazhivayet]. DILYA, Moscow - St. Petersburg, Russia. P.142. (In Russian)
- 22 Zyuzkevich SA (2007) Galvanic World 1:34. (In Russian)
- 23 Satayev MS, Koshkarbayeva Sh, Tukibayeva A, Tuleshova E (2013) Asian J Chem Rev 25:10301-10304.
- 24 Van Vesper (1962) Phosphorus and its compounds [Fosfor i yego soyedineniya]. IL, Moscow, Russia. P.687. (In Russian)