

Atoev Extiyor Xudoyorovich
Buxoro muhandislik texnologiya instituti dotsenti
extiyor@list.ru

Sharipova Nasiba O'ktamovna
Buxoro muhandislik texnologiya instituti assistenti
Sharipovanasiba@gmail.com

UDK: 01.04.08

OXIRGI PLAZMALI MUSTAHKAMLASH USULI YORDAMIDA QATLAM HOSIL BO'LISH MEXANIZMINI TADQIQ QILISH

Annotatsiya: Ushbu maqolada oxirgi plazmali mustahkamlash usuli yordamida qatlam hosil bo'lish mexanizmini tadqiq qilish asosida ma'lumot va misollar keltirilgan. Qolaversa, ular asos sifatida olingan yupqa plyonkali qoplamani qo'llashning asosiy printsiplari yoy plazmotroniga kiritilgan suyuq, oson bug'lanadigan kimyoviy reagentlarning bug'larining parchalanishi, so'ngra plazmokimyoviy reaksiyalarning o'tishi va mahsulotda dag'allik bardoshli yupqa plyonkaning shakllanishi hisoblanadi.

Kalit so'zlar: oxirgi plazmali mustahkamlash, qatlam, yupqa plyonka, suyuq, bug'lar, plazmokimyoviy reaksiyalar

Атоев Эхтиёр Худоеврович
Доцент Бухарского инженерно-технологического института
extiyor@list.ru

Шарипова Насиба Октамовна
Ассистент Бухарского инженерно-технологического института
Sharipovanasiba@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА СЛОЕВООБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ НОВЕЙШЕГО МЕТОДА ПЛАЗМЕННОГО УКРЕПЛЕНИЯ

Аннотация: В данной статье приведены сведения и примеры, основанные на изучении механизма формирования слоев последним методом плазменной закалки. Кроме того, основным принципом использования тонкопленочных покрытий на их основе является разложение паров жидких, легко испаряющихся химических реагентов, введенных в дуговой плазмотрон, с последующим прохождением плазмохимических реакций и образованием износостойкой тонкой пленки. на продукте.

Ключевые слова: окончательное плазменное упрочнение, слой, тонкая пленка, жидкость, пары, плазмохимические реакции.

Atoev Extiyor Khudoyorovich
Associate Professor of Bukhara Institute of Engineering Technology
extiyor@list.ru

Sharipova Nasiba Oktamovna

RESEARCH OF THE MECHANISM OF LAYER FORMATION USING THE LATEST PLASMA STRENGTHENING METHOD

Abstract: This article provides information and examples based on the study of the mechanism of layer formation using the last plasma hardening method. In addition, the main principle of using the thin film coating based on them is the decomposition of vapors of liquid, easily evaporated chemical reagents introduced into the arc plasmotron, followed by the passage of plasmochemical reactions and the formation of a wear-resistant thin film on the product.

Key words: final plasma strengthening, layer, thin film, liquid, vapors, plasma chemical reactions

KIRISH

SiC va SiO₂ asosidagi yupqa plyonkali (3 mikrongacha) qoplamaning vakuumsiz bo'shliqda qarshilik qo'llanilishini ta'minlaydigan asbob, texnologik uskunalar va boshqa mahsulotlarning ohirgi plazma mustahkamlash (OPM) usuli yangi sanoat texnologiyalariga ishora qiladi. Ushbu usul bilan ishlov berish jarayonida mahsulotlarni isitish harorati 100°C dan oshmaydi, sirtni tayyorlashning maxsus usullari talab qilinmaydi, qotib qolgan mahsulotlarning o'lchamlari cheklanmaydi.[1]

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu texnologiyaning asosi sifatida olingan yupqa plyonkali qoplamani qo'llashning asosiy printsipi yoy plazmotroniga kiritilgan suyuq, oson bug'lanadigan kimyoviy reagentlarning bug'larining parchalanishi, so'ngra plazmokimyoviy reaksiyalarning o'tishi va mahsulotda dag'allik bardoshli yupqa plyonkaning shakllanishi hisoblanadi.[2; 256]

Jarayon bir necha bosqichda sodir bo'ladi:

- plazma hosil qiluvchi gaz sifatida argon va bilvosita plazma mash'alidan foydalangan holda yoy razryad plazmasining barqaror oqimini yaratish;
- suyuq kimyoviy reagentlarni maxsus oziqlantiruvchi hajmida bug'lanishi va ularning bug'larini qo'shimcha inert gaz oqimi bilan birga ilgari hosil bo'lgan yoini zaryadsizlantirish plazmasiga o'tkazish;
- bilvosita plazma mash'alining yoyi kanalida hayajonlangan atomlar, molekulalar, radikallar, musbat va manfiy zaryadlangan ionlar, elektronlar, klasterlarni o'z ichiga olgan

bug'-plazma oqimini olish;

- plazmadagi bug' fazasi komponentlarining plazma-kimyoviy reaksiyalarining yangi birikmalar hosil bo'lishi bilan yoy oqimining plazmasida o'tishi va reaksiya mahsulotlarini plazma oqimi bilan substratga o'tkazish;

- mahsulot yuzasida plazma reaktiv mash'alining bir vaqtning o'zida termal ta'siri bilan substratda reaksiya mahsulotlarini kondensatsiyalash;

- substratda adsorbsiyalangan cho'kma reaksiya mahsulotlari o'rtasidagi o'zaro ta'sirning o'tishi, qoplamaning yadrolanishi va o'sishiga olib keladi.

Xuddi shu bosqichlar vakuumda bug 'fazasidan qoplamalarni jismoniy cho'ktirish usullarida ham mavjud (PVD usullari). Ammo ulardan farqli o'laroq, OPM usuli qoplama shakllanishining barcha bosqichlarini vakuum kameralaridan foydalanmasdan atrof-muhit harorati va bosimida amalga oshirishga imkon beradi. Bundan tashqari, sirt harorati 250 ° C dan past bo'lgan substratda PVD usullari yordamida vakuumda qo'llaniladigan dag'allik bardoshli qoplamalar odatda past yopishqoqlikka ega.[3; 18-25]

Qoplamalarning yopishishi, ya'ni ular orasidagi bog'lanishni tavsiflovchi aloqa paytida qoplamalarning substratga yopishishi hodisasi aloqa qiluvchi jismlarning molekulalari (atomlari) o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida yuzaga keladi va eksperimental ravishda aniqlanadigan yopishqoqlik kuchi bilan baholanadi. qoplamani yirtib tashlash yoki yo'q qilishning turli usullari mavjud. Qoplama yirtilgan yoki yo'q qilinganida, qoplamaning o'zi yaxlitligi buzilishi mumkin, ya'ni. uning uyg'unligi. Shu munosabat bilan, qoplama bo'ylab vayronagarchilik sodir bo'lganda, qoplama-substrat interfeysida yopishtiruvchi ajratish va yopishqoq ajratish o'rtasida farqlanadi. Qoplamaning aralash yopishtiruvchi-yopishqoq peelingi ham mumkin. Qoplamalarning yopishishi, birinchi navbatda, molekulalar yoki atomlar o'rtasidagi turli xil o'zaro ta'sirlar bilan bog'liq. Ushbu o'zaro ta'sirlar molekulalararo va kimyoviy bog'lanishlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Yopishish miqdori nafaqat mavjudligiga, balki aloqa qiluvchi jismlar orasidagi bog'lanishlar soniga ham bog'liq. O'z navbatida, bog'lanishlar soni qoplama va substrat o'rtasidagi haqiqiy aloqa maydoni bilan belgilanadi. Ushbu maydonning kattaligi qoplamalarning shakllanishi jarayoni bilan belgilanadi va substrat yuzasi va qoplamaning xususiyatlariga bog'liq. Ushbu xususiyatlar substrat yuzasining dag'allik parametrlari va

turini o'z ichiga olishi kerak; qoplama usuli; harorat va vaqt xususiyatlariga qarab substrat yuzasining bo'shliqlarini to'ldirish jarayoni bo'ladi.[4;360]

Hozirgi vaqtda qoplamalarning yopishishini asoslaydigan bir qator nazariyalar mavjud:

- adsorbsion yopishqoqlik nazariyasi, unga ko'ra qoplama va substrat o'rtasidagi bog'lanishni shakllantirish jarayoni qoplama molekulalarining substrat yuzasiga adsorbsiyasi bilan belgilanadi. Adsorbsion jarayonlar suyuqlik qatlamidan qoplama hosil bo'lganda sodir bo'ladi.

- diffuziya nazariyasi, bu qoplama va substratning aloqa maydoni birligiga to'g'ri keladigan bog'lanishlarning tabiati va soniga qarab yopishqoqlik miqdorini aniqlaydi. Diffuziya jarayonlarini amalga oshirish uchun ikkita shartga rioya qilish kerak: termodinamik, bu qoplama va substratning o'zaro eruvchanligiga va ularning mosligiga kamayadi; molekulalarning harakatchanligi bilan erishiladigan kinetik.

- mikroreologik nazariya (reologiya turli jismlarning oqim jarayonlarini o'rganadi), ya'ni qoplamani shakllantirish jarayonida sirt dag'allik bo'shliqlari, shuningdek substratning yoriqlari va teshiklari to'ldiriladi, haqiqiy aloqa maydoni oshadi va shuning uchun qoplama va substrat o'rtasidagi bog'lanishlar soni, bu yopishqoqlikning oshishiga olib keladi va yopishqoqlik kuchi. Yopishqoq o'zaro ta'sirning o'zi molekulyar kuchlar va aloqa qiluvchi yuzalar orasidagi kimyoviy bog'lanish orqali amalga oshiriladi. Ushbu nazariyaga asoslanib, substratning mikrodefektlarida qoplama hosil bo'lish vaqtiga mos keladigan qoplamaning cho'kishini uchun maqbul vaqt mavjud. Qoplamaning yog'ingarchilik vaqtini ushbu qiymatdan oshib ketishi yopishqoqlik kuchiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.[5;294-298]

Asosan, qoplamalar to'g'ridan-to'g'ri substrat yuzasida suyuq fazadan yoki ilgari yopishgan zarralar qatlamidan hosil bo'ladi. Bunday holda, birinchi holda, sovutgandan so'ng, ma'lum bir haroratda suyuq faza qattiq fazaga aylanadi, natijada qoplama hosil bo'ladi. Ikkinchi holda, oldindan qo'llaniladigan zarrachalar qatlami isitish, elektr maydonidan foydalanish, ishqalanish kuchi ta'siri ostida va boshqalar orqali qoplama shaklida bir hil material hosil bo'lguncha siqiladi. Zarrachalarning sirtga qo'llanilishi vakuumda, gaz oqimida, kimyoviy, elektrokimyoviy va boshqa usullardan foydalangan

holda sodir bo'lishi mumkin. Qoplama hosil qilishning ushbu ikki usulining kombinatsiyasi mumkin.

Qoplamaning minimal qalinligi, agar uning yopishqoqlik kuchi yopishqoqlik kuchidan kam bo'lsa (tashqi kuchlar qo'llanilganda, buzilish qoplamada sodir bo'ladi) mikrometr birliklarini tashkil qiladi. Bunday holda, muvozanat yopishishi tengligi va o'z-o'zidan parchalanish ehtimolini aniqlaydigan ichki stresslar miqdori sharti bilan qoplamaning maksimal hisoblangan qalinligi 0,6 mkm ni tashkil qiladi. Shunday qilib, ushbu shartlarga asoslanib, qoplamaning optimal qalinligi mikrometrlarning ulushidan va ba'zi hollarda mikrometrlarning birligidan oshmasligi kerak.

Ko'pgina hollarda metall yuzalarda oksid plyonkasi mavjud bo'lib, u qo'llaniladigan qoplamaning yopishqoq kuchiga ta'sir qiladi. Bunday holda, bo'shashgan oksid plyonkasining shakllanishi yopishqoqlikning yo'qligiga olib keladi. Tadqiqotlar turli xil metall plyonkalarining oynaga yopishish kuchi quyidagi naqshlarni aniqladi. Oksid plyonkasi bo'lmagan qimmatbaho metallardan (kumush, oltin, platina) plyonkalarining yopishqoq kuchi, shuningdek rux va alyuminiy plyonkalar, ularning yuzasida ZnO va Al₂O₃ oksidlari mavjud, nisbatan kichik. Shu bilan birga, MgO oksidi plyonkali magniy plyonkalari va Fe₃O₄ oksidi plyonkali temir plyonkalari yuzlab marta yopishqoqlik kuchini oshirdi, bu ushbu oksidlarning shisha yuzasi bilan o'zaro ta'sirining o'ziga xos xususiyatlari bilan izohlanadi. Bunday holda, temirdagi oksid plyonkasining qalinligi 25-30 nm dan oshmasligi kerak, bu sirtini isitish haroratida 250 °S ga etadi, yuqori harorat yopishqoqlikni pasaytiradigan qalinroq va bo'shashgan oksid plyonkasining shakllanishiga yordam beradi.[6; 288]

Qoplamalarning yopishish kuchiga havoning nisbiy namligi ham ta'sir qiladi. Bu ta'sir adsorbsiya va kapillyar kondensatsiya natijasida hosil bo'lgan qoplama va substrat orasidagi bo'shliqqa namlikning kirib borishi bilan bog'liq. Substrat yuzasida namlik mavjud bo'lganda qoplamalarning yopishishini kamaytirishning asosiy sababi qoplama va substrat orasidagi bo'shliqda yupqa suyuqlik qatlamining yorilish bosimidir. Shuning uchun, qoplamalarni qo'llashda tubdan muhim texnologik operatsiya sirtini suvsizlantirish yoki uni oldindan isitishdir. Qoplamalarni qo'llashda vakuumdan foydalanish, ma'lumki, mahsulotlar yuzasidan namlikni olib tashlashga yordam beradi, bu esa o'z navbatida

qo'llaniladigan qoplamaning substratga yaqinlashishiga va yopishqoqlikning oshishiga olib keladi.

Qoplamalarning yopishqoqlik kuchi, shuningdek, gazlarning adsorbsiyasi tufayli qoplama hosil bo'ladigan atrof-muhit xususiyatlariga bog'liq. Kisloroddagi havo bilan solishtirganda, yopishqoqlik kuchi keskin oshadi va argon muhitida kamayadi. Kislorod termoksidlanish natijasida yuzaga keladigan kontakt jismlarning kimyoviy o'zaro ta'siri orqali yopishqoqlikning o'sishiga yordam beradi, bu esa substrat yuzasida qutbli guruhlarning paydo bo'lishiga yordam beradi va bu guruhlarning qoplama bilan o'zaro ta'siri orqali yopishqoqlikni oshiradi. Shunday qilib, substrat yoki qoplama yuzasida oksidlarning mavjudligi va ularning qalinligi qoplamalarning yopishish kuchini aniqlaydi. Bunday holda, substrat yuzasini oldindan isitish harorati katta ahamiyatga ega. Po'lat yuzasi uchun, masalan, vakuumda alyuminiy plyonkalarni qo'llashda maksimal yopishish 300-350 °S haroratda, titan va xrom plyonkalari uchun bu harorat 400-450 °S, kadmiy plyonkalari uchun esa 80 °S dan yuqori emas.

O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar asosida neytral (amorf) substratga yotqizilgan vakuumli kondensatsiyalangan plyonkalar uchun optik yoki elektron mikroskopda (kesilgan mikrokristallar yoki mikrokapellar) kuzatilgan mikro zarralari shakllari, cho'kma fazasi ikkita agregat holatidan birida - kristall yoki suyuq holatda kondensatsiyalanishi aniqlandi. Bunday holda, suyuqlik holati substratga kondensatsiya paytida kuzatilgan, uning harorati kondensatsiyalanadigan qoplamaning erish nuqtasidan ancha past. Bug' - kristall kondensatsiya mexanizmi kondensatsiyalangan fazaning birinchi zarralari kristall tuzilishga ega ekanligini va kondensatning keyingi o'sishi jarayonida faqat kristall tuzilishi kuzatilishini taxmin qiladi. Bug' - suyuqlik kondensatsiyasi mexanizmi shundan iboratki, substratda kondensatsiyalangan fazaning hosil bo'lishi suyuq tomchilar paydo bo'lishi bilan boshlanadi, ular ancha vaqt davomida suyuq bo'lib qoladi va keyin kristallanadi. Bug' - suyuqlik mexanizmlarining variantlaridan biri amorf faza hosil bo'lishi bilan kondensatsiya deb hisoblanishi kerak, uni o'ta sovutilgan suyuqlik deb hisoblash kerak. Mualliflar tplning 1/3 qismiga teng bo'lgan substratning kritik harorati tushunchasini kiritadilar. Substratning bu kritik haroratdan past haroratida kondensatsiya par - Kristal mexanizmi orqali amalga oshiriladi va undan yuqori

haroratlarda par - suyuqlik mexanizmi ishlaydi.[7; 51-56]

Vakuumdagi qoplamalarning kondensatsiyalanish jarayonining fizik-texnologik parametrlariga quyidagilar kiradi: bug'lanish harorati, substrat harorati, kondensatsiya tezligi, bug ' oqimining (molekulyar nur) substratga tushish burchagi, substratning fizik va fizik-kimyoviy xususiyatlari, bug'lanish materialining fizik tabiati, vakuum darajasi hisoblanadi.

Vakuumdagi amorf fazalarning o'sish naqshiga kondensatsiya tezligi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bunday holda, 30-200 A/min tezlikda amorf plyonkaning o'sishi quyidagi bosqichlardan o'tadi: amorf embrionlarning shakllanishi, tegib turgan embrionlarning bir vaqtning o'zida birlashishi bilan keyingi yadrolanish, zarrachalarning o'sishi va ular orasidagi kanallarni yangi embrion hosil qilmasdan to'ldirish. Amorf kondensat substratni deyarli qattiq plyonka bilan qoplaganida, uning qattiqlashishi boshlanadi. 700 A/min kondensatsiya tezligida amorf zarrachalarning to'liq koalesansiyasi (yadrolararo chegaraning tegishi, birlashishi va siljishi) sodir bo'ladi. 1 A/min tezlikda koagulyatsiyadan keyin alohida granulalardan tashkil topgan bo'laksimon konglomeratlarning o'sishi kuzatiladi (bir-biriga tegib turgan zarralar mexanik ravishda to'liq birlashmasdan konglomeratga birlashadi). Shu bilan birga, konglomeratlar ichida bo'shliqlar qoladi.

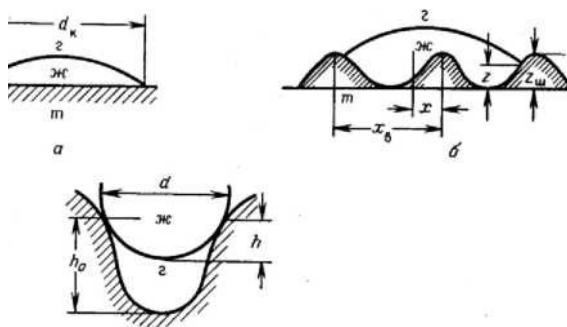
Monokristalli substratlarda epitaksial plyonkalarni o'stirishni o'rganish natijasida mikrob zarralari asosan kristall yuzlarning nuqsonli joylarida hosil bo'lishi aniqlandi. Osh tuzi kristallariga Al , BP , Zn qoplamalarini qo'llashda, shuningdek, NaCl yoriqlari bo'ylab va yoriqlarda ustun yadrolanish kuzatiladi. Buning sababi shundaki, mikropoliyalar tekis yuzaga qaraganda ko'proq yadrolanish joyidir, chunki mikropoliyada yadro hosil bo'lishining erkin energiyasi tekis yuzaga qaraganda kamroq.

TAHLIL VA NATIJALAR

Ko'pgina hollarda, ular kondensatsiyalanganda qoplamalar substrat yuzasida suyuqlik qatlamining qattiqlashishi natijasida hosil bo'ladi. Bunday holda, suyuqlik qatlami tomchilarning tarqalishi va birlashishi natijasida olinadi, so'ngra doimiy suyuq plyonka hosil bo'ladi. Yoyilishdan oldin substrat yuzasi qoplamasi materialining suyuq tomchilari bilan namlash kerak. Shunday qilib, qoplamaning shakllanishi uch bosqichdan o'tadi:

suyuqlikning namlanishi va tarqalishi; ikki faza orasidagi aloqa maydonining shakllanishi; yopishqoq aloqaning paydo bo'ladi. Suyuq qoplama materialining tarqalishi faqat haqiqiy aloqa maydonini ko'paytirishga yordam beradi. Faqat shu ma'noda, tarqalish koeffitsienti va yopishqoqlik kuchi o'rtasidagi to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlikni ko'rib chiqish kerak. Tarqalish tomchi sirt bilan aloqa qilgandan keyin o'tgan vaqtga, tomchi hajmiga, suyuqlikning yopishqoqligiga va uning sirt tarangligiga bog'liq. Shunday qilib, etarli yopishqoqlik kuchining sharti substrat yuzasini namlashdir. Marginal burchakning pasayishi bilan, ya'ni namlanishning o'sishi bilan yopishqoqlik kuchayadi. Bu yaxshi namlangan sirtlarda haqiqiy aloqa maydonining ko'payishi bilan bog'liq. Tarqalish va namlash yopishqoqlik uchun zarur shart-sharoitlarni yaratadi: yoriqlarni to'ldirish, aloqa maydonining ko'payishi va boshqalar, bu aloqalar sonining ko'payishiga va umuman yopishqoqlikka olib keladi. Namlash qoplamalarning yopishqoq o'zaro ta'sirini shakllantirish uchun zarur, ammo etarli shart emas.

Substrat yuzasining namlanishiga ushbu sirtning pürüzlülüğü ta'sir qiladi. Odatda qo'pol yuzalarni namlash silliq yuzalarni namlash bilan taqqoslanadi. Hidrofilik qo'pol yuzalar hidrofilik silliq yuzalarga qaraganda yaxshiroq namlanadi. Aksincha, hidrofobik qo'pol yuzalarni namlash hidrofobik silliq yuzalarni namlash bilan solishtirganda yomonlashadi. 1-rasmda suyuqlik tomchisining qattiq substrat bilan aloqasi ko'rsatilgan.



1-rasm. Suyuqlik tomchisining silliq (a) va qo'pol (b) yuzalar bilan aloqasi; (c) qo'pol sirt bo'shliqlarini namlash;

XULOSA

Qoplama va substrat interfeysida yopishqoqlik kuchiga ta'sir qiluvchi fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo'lishi mumkin. Bunday jarayonlarga aloqa qiluvchi jismlarning

kimyoviy o'zaro ta'siri, fazalar interfeysidagi molekulalarning adsorbsiyasi, aloqa qiluvchi jismlardan birining molekulalarining boshqasining hajmiga tarqalishi kiradi. Fizik-kimyoviy jarayonlar haroratning oshishi bilan boshlanadi va qoplamaning substrat yuzasi bilan aloqa qilish vaqtiga bog'liq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO`YXATI:

1. Q.S.Yarashev, F.Hikmatov, D.A.Saidova. GEOFIZIKA ASOSLARI: Darslik. –SAMARQAND.: 2020
2. R. A. Umurzakov. Neft va gaz konlarini izlashning geofizik metodlari: Darslik. -T.: «Fan va texnoSogiyalar nashriyot-matbaa uyi», 2022.256 bet.
3. Трифонов Г.И., Жачкин С.Ю., Лазарев С.В. Определение физико-механических свойств деталей летательных аппаратов в авиационной промышленности после комбинированной плазменной обработки // Воздушно-космические силы. Теория и практика. Выпуск № 2. 2017. С. 18–25.
4. Пузряков А. Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления // Учеб. Пособие по курсу «Технология конструкций из металлокомпозитов». 2-е изд., перераб. я доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 360 с.
5. Трифонов Г.И., Жачкин С.Ю. Расчетные методы оценки абразивного износа плазменного покрытия винтовой поверхности деталей // Приложение к журналу. Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов. 2018. Т. 23. № 122. С. 294–298.
6. Икрамов У.А. Расчетные методы оценки абразивного износа // М.: Машиностроение, 1987 г. 288 с.
7. Трифонов Г.И. Оценка сложности сложнопрофильной детали после плазменного напыления // Научно-практический журнал «Современные материалы, техника и технологии». № 1 (22). 2019. Стр. 51–56