

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



3
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГКМ” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро ДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.д. (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳиҳ:

АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<https://journal.bmti.uz/>

сайти орқали танишиши мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Khaidarov Sh.B., Khamzaev A.A. Optimal angle of installation of the ekg excavator boom . . .	4
Xamroyev X.X., Isamov R. N., Azizov B.A., Turayeva U.X. Metallarining sirt tozaligini profilograf-profilometr yordamida tajribada o‘rganish	8
Kudratov Sh.I. The influence of oils on the reliability and longevity of diesel locomotive engines .	13
Bayboboyev N.G., Abdualiyev N.H. Mashina-separatorning qoziqchali barabani massasining inersiya momentlari va o‘ziga xos tebranish chastotalarini aniqlash	18
Temirov S.A. Construction and testing of a parabolic solar concentrator	23
Urinov A., Qadirxanov J. Magistral neft quvurlarini korroziyaga qarshi himoya qoplamalar parametrlarning ratsional qiymatlarini aniqlash.	27
Egamberdiyev I.P., Qayumov B.B., Ochilov A.S., Bo‘ronov Sh. B. Legirlangan po‘latda ikki fazali qayta kristallanishda tuzilma hosil bo‘lishi.	33
Зокирова Д.А, Салимова З.Б. Свободные и затухающие крутильные колебания.	36
Bafoyev D.X. Po‘latdan tayyorlangan mahsulotlarning yuza qatlamining mustahkamligini oshirish	40
Tashpulatov N.E., Sattorov A.X. Drenaj tizimlaridagi oqim tezligi va gidravlik samaradorlikni o‘rganish	46
Akabirova L.X. “Buxorotosh” zavodi uchun uch bosqichli shag‘al toshlarini qayta ishlash texnologik sxemasini tanlash.	52
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Кам олтингугуртли дизел ёқилғиларининг мойловчанлик хоссаларига юқори ёғ кислота ва спиртларнинг присадкалик хусусиятларини ўрганиш	58
Jumayev J.H. Sintez qilib olingan n-morfolinbutanon-2ning ingibitorlik xossasining tadqiqi . .	62
Maxmudov M.J., Haydarov B.A. Alyuminiy saqllovchi koagulyantlarning turlari va ularning asosiy xususiyatlarini tadqiq qilish	67
Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Saparov S.X. Oltingugurt bitum aralashmalariga modifikatorlar tasirini o‘rganish	75
Sharipova N.O‘., Atoev E.X., Axmedov V.N. Mahalliy xomashyolardan olingan adgezivlarning qiyosiy tahlili va samaradorligini o‘rganish.	82
Садикова Н.К., Амонов М.Р. Оқава сув таркибидаги нефт маҳсулотларини тозалаш кинетикасини ўрганиш	87
Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Нарзуллаева А.М., Фозилов С.Ф. ҚМПЭ ва ҚМПШ ни ТЕРМО ва гравиметрик усул ёрдамида хоссаларини ўрганиш.	92
Murodov M.N., Do‘stov H.B., Panoyev E.R., Murodov J.M. Nordon gazlarni absorbsion tozalash texnologik jarayoni muhiti uchun gravimetrik usulda po‘lat namunasining korroziya tezligini aniqlash	95
Xamidov D.G‘., Fozilov S.F., Tilloyev L.I. Quyi molekulyar polimer chiqindi suyuq fraksiyasining IQ spektroskopik tahlili	101
Saloydinov A.A., Botirov S.B. Avtomobil benzinlari uchun oksigenatli qo‘shimchalarning fizik – kimyoviy tahlili	106
Tursunova M.A., Majidova N.Q., Majidov Q. Mahalliy <i>juniperus (archadosh)</i> turlardan efir moylari olish jarayonini tadqiq qilish.	112
Haydarova H.A., Niyazov L.N. Gidrooksibenzoy kislotalarining oltingugurt saqlagan amidlarining potensial biologik faolligi.	121

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Axtamov R.A., Axtamov B.R., Rustamov N.B. Bug‘latish yuzasi tukli qora mato bo‘lgan quyosh suv chuchitgichining issiqlik hisobi	126
O‘rinov.U.A., Abdullayeva.Sh.F. Mexanik ishlov berishda RDB dastgohlarini qo‘llashning muammoli tahlili	130
Teshaev M.X., Nematov Sh.N., Murodov K.J. Yashil energetika. Transport harakati mexanik energiyasidan elektr energiya olish metodi	134
Tuyboyov O.V., Kodirov B.Sh. Integration of artificial intelligence in real-time monitoring of metal-cutting processes.	139
Teshaev M.X., Murodov K.J. Transport vositasi harakatida mexanik energiyasini elektr energiyaga aylantirish qurilmasining matematik modeli	148
Tovboyev A.N., Boynazarov G‘.G‘. Yuqori garmonik tashkil etuvchilar asosida yuklama tugunlarida kuchlanish va ferrozonans hodisalarni elektr ta‘minoti tizimini samaradorligiga ta‘sirini baholash.	153
Kodirov B.Sh., Tuyboyov O.V. Dynamic adjustment of cutting parameters for enhanced machining efficiency.	164
Бабаназарова Н.К., Хусенов Д.Р. Анализ расхода электроэнергии на производственные нужды, на примере газотранспортной системы.	172
Tovboyev A.N., Boynazarov G‘.G‘. Korxona uzluksiz texnologik jarayonlarining elektr ta‘minoti samaradorligini oshirish.	177
Maxmudov B.M., Daliyev A.A. Factors in selecting a solar concentrator.	184
Raxmonov I.U., Uzaqov N.Ch., Nematov L.A. Zaryadlash qurilmalarida chiqish tokini prognozlash dolzarbliligi.	189
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Xudoyberganov M.O‘., Axtamova L.A. Dasturiy kodni avtomatik tekshirish tizimlarining algoritmik yechimlari	195
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Elmurodova A.S., Atamuratova T.I., Ergasheva X.B. Ko‘pkomponentli yormalar uchun potensial xom ashyoning antinutrient omillari va ularni profilaktik bartaraf qilish usullari.....	203
Рахмонов К.С., Ибрагимов У.М., Атамуратова Т.И. Моделирование рецептурного состава хлеба пшеничного сортового с использованием пряно-ароматического сырья.....	208
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Uzoqova L.P. Poyabzalning qulayligini belgilovchi omillarni ilmiy asoslari	217
Мухтарова З.Н. Проектирование композиционных материалов для одежды	222
Мўминов Қ.М., Хамраева С.А., Хайитметова Р. Турли тола таркибли ипларнинг сифат кўрсаткичлари тадқиқоти	226
Саидова А.С. Болаларнинг ўсиб улғайиш давридаги морфологик ўзгаришларининг кийим шаклига таъсири	230
Komilov Sh.R., Jurayeva G.R., Mamadaliyev N.V. Paxta tolasining sifat ko‘rsatkichlari tahlili	234
Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Musayev N.M., Mukimov M.M., Karimova N.H. Yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining texnologik ko‘rsatkichlari tadqiqi.....	241
Abduraxmanova F.A. Poyabzal materiallarining xossalari va ularning poyabzal gigiyenik xususiyatlariga ta‘siri	245
Gafurova N.T., Hasanova M.E. Kichik yoshidagi qiz bolalar kiyimi assortimentini shakllantirish	249

Ражабова Г.Ж. Мода саноатининг экологияга таъсири	254
Tursunova Z.N. Kiyim osti normal mikromuhitini ta'minlashda teri tuzilishining roli	259
Ражабова Г.Ж. Проблемы быстрой моды	262
Temirova G.I., Shodmonova M.S. Trikotaj asosli mo'yna buyumlariga ishlov berishning zamonaviy texnologiyalari va istiqbollari.	267
Пардаев Б.Ч., Джамолов Р.К., Росулов Р.Х., Каримова Г.Т. Пахта бўлакчаларини ҳар бир қозикчали барабандаги ҳаракатининг назарий асослари.....	270
Худойбердиев М.Р., Очилов Т.А., Ёдгоров С.Қ. Пахтани дастлабки ишлаш жараёнининг пахта толаси физик-механик хоссаларига таъсири.....	274
Xamrayeva S.A., Kazakova D.S., Mirnazarova D.J. Belgilangan parametrlar asosida kostyumbop matolarni loyihalash.....	278
Жаллиев Б.А., Зойиров А.Х., Жаллиев Ж.Б. Способы опыления и урожайность хлопчатника	283
Ortiqova K.I., Umarov A.A., Nasriddinova Z.R. Urug'lik va texnik chigitlar uchun linter mashinalarida avtomatik boshqaruv tizimlarini joriy etish.	289
Karimova N.H. Ustki trikotaj mahsulotlari uchun xomashyo sarfi kamaytirilgan aralash trikotaj to'qimalarning samarali tuzilishlarini ishlab chiqish.	293
Каландаров Р.К., Каршинев О.Н. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований полученных в хлопкоочистительных заводах.....	297
Ражабов А.И., Нодирова М.Н. Ўзбекистон Республикаси тўқимачилик саноатида, маҳаллий жун толаласидаги ипларнинг сифат кўрсаткичларига таъсири	302
Каландаров Р.К., Росулов Р.Х., Урозов М.К., Пардаев Б.Ч. Математическая модель колебаний корпуса машины при его креплении к фундаменту.....	306
Rajabov A.I., Nodirova M.N. Methods for eliminating the main problems of technological sections of wool processing in our republic	310
АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Fayazova D.S. Authentic material's history	316
Salomova M.Z. Zamonaviy terminologiyaning rivojlanish bosqichlari va aspektlari	321
Шарипова Ф.Н. Семантические модели выражения терминологического значения	324
Shoyimqulova M.Sh. Termin va umumiy so'zlarning o'ziga xos morfologik va semantik xususiyatlari	327
Mannonov Y.O. Barkamol avlod tarbiyasida axborot – kutubxonalarning roli va ahamiyati	331
Рабиев Ғ.Б. Бухоро вилояти қишлоқ аҳоли пунктларининг ирригация тизимини яхшилаш ва ишлаб-чиқариш зоналарини тўғри жойлаштириш масалалари.....	334
Azizov B.A., Xamroyev X.X. Nazariy mexanika fanini o'qitishda qurilish mutaxassisliklari uchun hisoblash-grafik ishlarini rasmiylashtirish	338
Xakimova M.Y. Yangi ma'naviy makonda kutubxonalarning ijtimoiy vazifalari	344
Бахрамова З.Р. Лексико-семантические особенности терминологии в английском и узбекском языках	349
Xakimova M.Y. Jadid kutubxonalari va mutolaa.....	352
Gafurova N.T., Hikmatov N.I. Texnik oliy o'quv yurtlarida zamonaviy ta'lim shakllari va usullari.	357
Sabirova N., Abduazizova D. Leksik birliklarning lingvopragmatik xususiyatlari	362
Saidova G.Sh., Abidova Z.K., Saidov Sh.Sh. Kasb ta'limi o'qituvchilarida professional o'zini o'zi anglashda ijtimoiy psixologik ta'sir ko'rsatuvchi omillar.	365
Нурмурадова Ш.И. Чакмоқдай умр маҳсули	369

UDK 621.767

PO‘LATDAN TAYYORLANGAN MAHSULOTLARNING YUZA QATLAMINING MUSTAHKAMLIGINI OSHIRISH

Bafoev D.X.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Kimyoviy-termik ishlov berish va PVD-qoplama hosil qilish usullarini qo‘llagan holda po‘latdan tayyorlangan mahsulotlarning yuza qatlamining mustahkamligini oshirishning yangi usuli taklif etilgan. Taklif etilgan usul yordamida erishilgan samaradorlik boshqa puxtalash usullariga nisbatan yuqori ustunlikka ega va mashinasozlik korxonalarida po‘latdan tayyorlanadigan mahsulotlarning yuza qatlamini puxtalashda keng qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: nanotexnologiya, nanokristall struktura, yuza qatlam, kimyoviy-termik ishlov berish, magnetron purkash, diffuzion qatlam, adgezion ta’sir, mustahkamlash, indentor.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Бафоев Д.Х.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. Предложен новый способ повышения прочности поверхностного слоя стальных изделий методами химико-термической обработки и PVD-покрытия. Достижимая предлагаемым способом эффективность имеет большое преимущество перед другими методами полирования и может быть широко использована для повышения прочности поверхностного слоя стальных изделий на машиностроительных предприятиях.

Ключевые слова: нанотехнология, нанокристаллическая структура, поверхностный слой, химико-термическая обработка, магнетронное напыление, диффузионный слой, адгезионное взаимодействие, упрочнение, индентор.

INCREASING THE STRENGTH OF THE SURFACE LAYER OF STEEL PRODUCTS

Bafoev D.Kh.

Bukhara state technical university.

Abstract. A new method for increasing the strength of the surface layer of steel products using chemical-thermal treatment and PVD coating is proposed. The efficiency achieved by the proposed method has a great advantage over other polishing methods and can be widely used to increase the strength of the surface layer of steel products in machine-building enterprises.

Key words: nanotechnology, nanocrystalline structure, surface layer, chemical-thermal treatment, magnetron sputtering, diffusion layer, adhesive interaction, hardening, indenter.

Kirish. Mashinasozlikda mashinalarning quvvatini va boshqa parametrlarini oshirish bilan bir qatorda, metall sarfini va tannarxni kamaytirishga, puxtaligi va umrboqiyiligini oshirishga katta e’tibor qaratilmoqda. Mashina detallarini ishlatish xossalari ko‘pincha sirtining holati bilan aniqlanib po‘lat va qotishmalarning sirtini puxtalash texnologiyasining rivojlanishini belgilab beradi. Mahsulotlarning yangi yuqori fizik-mexanik va ishlatish xossalarini turli xil elementlar yordamida legirlash yo‘li bilan po‘latning sirtida yangi takomillashgan qatlamlarni hosil qilish orqali oshirish mumkin.

Texnika masalalariga bog‘liq ravishda zamonaviy mashinasozlikning muhim vazifalaridan biri mahsulotlarning yuklangan ishlash sharoitlarida puxtalanadigan sirtining xossalarini ta’minlash zarurdir. Bu vazifani yechish uchun himoyalanganadigan sirtga yemiruvchi mexanik ta’sirga chidamli birikmalar hosil qilib, fizik cho‘ktirish yo‘li bilan vakuumda himoya qatlamlari hosil qilish usullari keng qo‘llaniladi. Ushbu sohada ehtiyojning yuqoriligi bilan bog‘liq ravishda mashinalarning detallari va asboblarda qoplamalarni ishlab chiqish va hosil qilish strategik vazifa hisoblanadi. Shuning uchun yuza qatlamini puxtaligini oshirishning yuqori samarali usullarini ishlab chiqish dolzarb va istiqbolidir.

Yechiladigan muammo va masalaning qo‘yilishi. Mazkur ishda taklif etilgan usul ishlatish jarayonida yuklamalar ta’siri ostida yeyilishga va yemirilishga chidamli funksional qoplamalar olish sohasiga, shuningdek, ularni mahsulotlarning sirtiga hosil qilish usuliga tegishlidir. Ushbu usul mashina va mexanizmlarning detallarini, kesuvchi asboblarni, podshipniklarning detallari va har xil

vtulkalarni, gidro tizimlar detallarini va boshqa turdagi detallarning yuza qatlami mustahkamligini oshirish uchun qo'llanilishi mumkin. Shuningdek, bu usul past ishqalanish koeffitsiyenti va yuqori korroziyabardoshligi bilan birga yuqori qattqlik talab qilinadigan aviatsiya va kosmik sohada ham istiqbolli hisoblanadi [1].

Detailarning sirtiga metallar nitridlarining yupqa qatlamlarini (1-5 mkm) yoyli yoki magnetron shakllantirishda qoplamaning va mahsulotning o'zini materiali qattqligi qiymatlarida keskin chegaralar mavjud. Agar mahsulotning yeyilishga chidamli qoplama hosil qilinadigan ishchi sirti plastik va yetarlicha mustahkamlikka ega bo'lmasa, unda yuqori qattqligiga qaramasdan, bu qoplama oshirilgan solishtirma yuklamalarda qarama-qarshi jism bilan tushganda bosim ta'siri ostida egiladi va yemiriladi. Qoplama va asos o'rtasidagi keskin sakrashni bartaraf qilish qattqlikning asta-sekin oshib borishi bilan qoplama hosil qilish imkonini beradi.

Reaktiv gaz – azot muhitida ion-plazmali azotlash, detal sirtini tozalash va bug'li fazadan titan nitridini hosil qilishni o'z ichiga oluvchi, po'lat mahsulotlari sirtiga yeyilishga chidamli qoplamani hosil qilish usuli ma'lum [2]. Bu usul qoplama va mahsulotning o'zini materiali o'rtasida o'tuvchi sohani yaratish imkonini beradi. Asosiy materialning yuza qatlami mustahkamligining yetarli emasligi va, natijada, ishchi sirtning yeyilishgi chidamliligining nisbatan pastligi ushbu usulning kamchiligi hisoblanadi.

Asosan, tezkesar po'latdan mahsulotlarni ishlov berish usuli ma'lum bo'lib, bu azotlash va izotermik ushlab turishda yeyilishga chidamli qoplamani vakuum-plazmali cho'ktirishni o'z ichiga oladi, bunda 1250-1500 HV0.1 qattqlik bilan 5–25 mkm qalinlikdagi azotlangan qatlam hosil bo'ladi [3]. Azot tarkibli yuqori qattqlikdagi qatlam hosil qilish uchun yuqori darajada legirlangan konstruksion va asbobsozlik po'latlardan foydalanishning talab qilinishi ushbu usulning kamchiligi bo'lib hisoblanadi. Bundan tashqari, azotlashda po'latning asosiy tashkil etuvchilari bilan nitridli birikma shakllanib, ular katakchaning kristallografik parametrlari bilan bir-biridan sezilarli ravishda farq qiladi bu qatlam va asosiy materialni mustahkamlovchi qoplamaning ilashish mustahkamligiga, shuningdek, qattqlikning mahsulot sirti bo'ylab bir tekisda taqsimlanishiga salbiy ta'sir qiladi.

Tezkesar po'latdan asbobni kompleks mustahkamlash ishlab chiqilgan puxtalash usuliga yaqin bo'lib, nursiz zaryadsizlanishda sirtni karbonitratsiyalash (azot va uglerod bilan boyitish) va so'ngra bosimni ravon oshirib borgan holda qatlamlab titan nitridi qoplamasini hosil qilishni o'z ichiga oladi. Birinchi uchta qatlam 0,5 mkm qalinlikda, so'nggi ishchi qatlam esa 5–6 mkm qalinlikda hosil qilinadi. Quyidagilar ushbu usulning kamchiliklari hisoblanadi:

- nursiz zaryadsizlanishda sirtni karbonitratsiyalashni faqat oddiy shakldagi detallar uchun qo'llash mumkin;
- qoplamani qatlamlab hosil qilish zarur;
- qoplamaning qattqligi va yeyilishga chidamliligi nisbatan past;
- qoplamaning darzlarga barqarorligi past;
- qoplama va taglik o'rtasidagi o'zaro adgezion ta'sir past.

Ammo detallarga ishlov berish uchun karbonitratsiyaning qo'llanilishi toliqish mustahkamligini 50-80% ga oshirishni, sementitlash, nitrosegmentitlash va azotlashga nisbatan yeyilishga qarshiligining keskin oshishini ta'minlaydi [4]. Yuzada hosil bo'ladigan nitridli va karbidli fazalar hatto moylash materiallari mavjud bo'lmaganda ham qotib qolishga va keyinchalik jadal yeyilishga moyilligini ko'rsatmaydi. Keyinchalik qattiq qoplama hosil qilish uchun po'latni karbonitratsiyalash mahsulot materiali va qattiq qoplama o'rtasida asta-sekin o'sib boruvchi qattqlik bilan cho'zilgan qatlam hosil bo'lishini ta'minlaydi va keskin chegara hosil bo'lishini bartaraf qilish imkonini beradi va shu bilan birga har xil jinsli materiallarning mustahkamlik gradientini dempferlab, yuzaning mustahkamligini, nanoqattqligi va mikroqattqligini oshiradi. Karbonitratsiyalashning ijobiy tomonlari po'latdan tayyorlangan mahsulotlarni kompleks mustahkamlash texnologiyasini ishlab chiqish uchun asos bo'ldi. Karbonitratsiyali qatlam asos va qoplama orasida ularning gradientini tekislash uchun samarali hisoblanadi.

Karbonitridli qatlamning tuzilishi, fazali tarkibi va qalinligi tayyorlanadigan mahsulotning ishlatish xossalarini shakllantirishda asosiy rol o'ynaydi. Mahsulotning sirtini diffuzion to'yintirishning maqbul harorat-vaqt rejimlari 550-600 °C harorat oralig'ida 4-8 soat davomida saqlab turishdan iborat. Bu rejimda 550 °C dan past haroratda diffuziya tezligi pasayadi va, o'z-o'zidan, azot va uglerodning singish chuqurligi, uglerod bilan to'yintirilishi juda kichik, 600 °C dan yuqori haroratda esa bevosita birikmalar qatlami ostida past qattqlikdagi austenit qatlami hosil bo'lishi mumkin. Masalan, 38X2MYuA markali po'latni 525 °C haroratda 1 soat davomida karbonitratsiyalashdan so'ng qattqligi 700 HV0,1 ni, 550 °C haroratda karbonitratsiyalashdan so'ng esa – 1100 HV0,1 ni tashkil qiladi.

To'yintiruvchi muhit sifatida kukunli muhit yaxshi mos kelib, murakkab shakldagi mahsulotlarga ishlov berishni amalga oshirishga ko'maklashadi. Bu usul diffuzion qatlamning mahsulot sirti bo'ylab bir tekisda taqsimlanishini ta'minlaydi va ishlov berilmagan qismlarning mavjud emasligini kafolatlaydi.

Po'latni kukunli muhitda ishlov berish oddiy va universal usul hisoblanadi, detallar joylangan konteynerlarni istalgan qizdirish usulidan foydalanib qizdirish mumkin. Tarkibida an'anaviy temirsinerodli kaliy, yog'och ko'mir va faollashtirgich bo'lgan kukunli muhitda po'latni karbonitratsiyalash sirtida temir nitridi Fe_3N va temir karbidi Fe_3C ga tegishli bo'lgan – $Fe_3(C,N)$ karbonitrid fazali geksagonal tuzilishdagi qatlam hosil qilish imkonini beradi. Shunday yilib, kukunli muhitda karbonitratsiyalash po'latdan tayyorlangan detalni keyingi yupqa plenka hosil qilish jarayoniga juda yaxshi tayyorlash imkonini beradi [5].

Biz tomondan ishlab chiqilgan va taklif etilgan texnologiyada reaktiv magnetron purkash usuli qo'llanilib, bu usul qoplamaning yuqori bir jinsliliigi va sifatini ta'minlaydi, g'ovaklik va tomchili fraksiya mavjud bo'lmaydi. Reaktiv magnetron purkashning afzalligi jarayonning past harorati, purkaladigan katod metallari ionlarining reaktiv gaz ionlari bilan o'zaro ta'sirida atom darajasida qoplama shakllanishi va, natijada, yuqori tezlikda qatlam hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, bu nanotuziluvchanlikni va mashinasozlik mahsulotlari sirtlarining sifat jihatidan yangi muhandislik darajasiga o'tishini ta'minlaydi. Shuningdek, qoplama hosil qilishning bu usuli qiyshayishga olib kelmaydi va mexanik ishlov berishning me'yoriga yetkazish operatsiyalariga zaruriyat tug'ilmaydi.

Titan nitridi qoplamasiga alyuminiyni qo'shib, ushbu komponentni bitta sirtga reaktiv magnetron usulida qo'shib purkash qoplamaning tuzilishi va ishlatish xossalarini sezilarli ravishda o'zgartirishi oldingi tadqiqotlar natijalari bo'yicha aniqlangan [6]. Purkaladigan sirtga 50% alyuminiyning konsentratsiyasida titan nitridi qoplamasida 23-25% alyuminiy konsentratsiyasi ishtirok etadi. Bunday miqdordagi alyuminiy 20-22 GPa qattqlikdagi sof nitrid qoplamasining qattqliгинi TiAlN qoplamasining 35-40 GPa qattqligigacha oshirish imkonini beradi. Shuningdek, Al ni qo'shish natijasida qoplama buzilishining qovushqoqligi va taglik bilan adgezion ilashish darajasi oshadi, bu esa qoplamaning ishlatish xossalarining kompleks yaxshilanishiga olib keladi. Tribotexnik xossalari bo'yicha alyuminiy qo'shilmasi ishqalanish koeffitsiyentini taxminan 15 baravarga kamaytiradi, shuningdek, qoplamaning yeyilishga chidamliligi va darz ketishiga barqarorligini oshiradi. Masalan, 12X18N10T markali zanglamaydigan po'latning TiAlN qoplamasiz o'lchangan ishqalanish koeffitsiyenti 0,75 kattalikni va TiAlN qoplama bilan 0,05 kattalikni tashkil qilgan [7].

Shunday qilib, ishlab chiqilgan usulning vazifasi – po'lat mahsulotlarining ishchi sirtlarining qattqliгинi va yeyilishga chidamliligini oshirish, qoplamaning darzga bardoshliligini oshirish, qoplama va taglik o'rtasidagi adgezion o'zaro ta'sirni kuchaytirishdan iborat.

Ishlab chiqilgan usul ikkita o'zaro to'ldiruvchi mustahkamlash ta'sirlarning qo'shilishiga asoslangan: kimyoviy termik ishlov berish va reaktiv magnetron purkash usulida nanostrukturali TiAlN qoplamasini hosil qilish.

Karbonitratsiyalash temir jinsli kaliy, yog'och ko'mir va faollashtirgich tarkibli kukunli muhitda, 550-600 °C harorat oralig'ida 4-8 soat davomida o'tkaziladi. Qoplamani hosil qilish titan nitridiga alyuminiy qo'shgan holda magnetron purkash yo'li bilan amalga oshiriladi.

1-jadval. Dyurometrik sinovlar natijalari

Mustahkamlash usullari	Taglik materiali			
	Armko-temir		12X18N9T markali po'lat	
	Mikroqattiq- ligi, MPa	Nanoqattiq- ligi, MPa	Mikroqattiq- ligi, MPa	Nanoqattiq- ligi, MPa
Azotlash va TiN qoplamasini hosil qilish	8390	17110	14170	21040
Karbonitratsiyalash va TiN titan nitrid qoplamasini hosil qilish	10030	19540	16140	23950
Karbonitratsiyalash va TiAlN qoplamasini hosil qilish	14950	34090	19770	52880

2-jadval. Tribologik sinovlar natijalari

Mustahkamlash usullari	Taglik materiali			
	Armko-temir		12X18N9T markali po'lat	
	Chiziqli yeyilish, mkm	Mustahkamlan- gan qatlam qalinligi, mkm	Chiziqli yeyilish, mkm	Mustahkamlan- gan qatlam qalinligi, mkm
Azotlash va TiN qoplamasini hosil qilish	807	27	652	54
Karbonitratsiyalash va TiN titan nitrid qoplamasini hosil qilish	674	47	577	65
Karbonitratsiyalash va TiAlN qoplamasini hosil qilish	501	95	412	135

3-jadval. Qoplamalarning adgeziyasiga sinovlar natijalari

Mustahkamlash usullari	Taglik materiali			
	Armko-temir		12X18N9T markali po'lat	
	Darzlarning jami uzunligi, mkm	Eriksen sinovida qoplamaning holati	Darzlarning jami uzunligi, mkm	Eriksen sinovida qoplamaning holati
Azotlash va TiN qoplamasini hosil qilish	258	qatlamning to'liq ko'chishi	182	qatlamning qisman ko'chishi
Karbonitratsiyalash va TiN titan nitrid qoplamasini hosil qilish	139	qatlamning qisman ko'chishi	98	qatlamning qisman ko'chishi
Karbonitratsiyalash va TiAlN qoplamasini hosil qilish	35	qatlamning ko'chishi mavjud emas	10	qatlamning ko'chishi mavjud emas

Namunalar materiallari sifatida armko-temir va 12X18N9T markali po'latdan foydalaniladi. Karbonitratsiyalashda harorat ta'sirida qiyshayishni bartaraf qilish, shuningdek, sirtini uglerod va azot bilan diffuzion to'yintirish uchun namunalarni karbonitridli qatlamni 1-3 mkm olib tashlash bilan silliqlash amalga oshiriladi.

Keyingi qoplama hosil qilish titan nitridi TiN ga alyuminiy Al ni qo'shgan holda reaktiv magnetron purkash yo'li bilan amalga oshiriladi. Qoplamaning qalinligi 3 mkm ni tashkil qiladi.

So'ngra namunalarning mikro- va nanoqattqlikka (1-jadval), mustahkamlangan yuza qatlamining umumiy qalinligi bilan aniqlanadigan yeyilish va ishlatish chidamliligi (2-jadval), yorilishga chidamlilik hamda qoplama va taglik o'rtasidagi adgezion o'zaro ta'siri (3-jadval) turli usullarda aniqlanadi.

Olingan natijalarning qo'llanilish sohalari. Taklif etilgan usulda yuza mustahkamlangandan so'ng namunalarning mikroqattqligi prototip sifatida tanlangan usul vositasida mustahkamlashdan so'ng mos ravishdagi ko'rsatkichdan 1,2-1,5 baravar yuqori, analog sifatida tanlangan usul vositasida mustahkamlashdan so'ng mos ravishdagi ko'rsatkichdan 1,4-1,8 baravar yuqori bo'lib, buni 1-jadvaldan ko'rish mumkin. Bu taklif etilgan usulda yuzani mustahkamlash qatlam tizimining samarali qattqligini va bevosita qoplamaning ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirib, sirt kompozitsiyasining qattqligiga katta hissa qo'shadi.

Buni, shuningdek, taklif etilgan usulda yuza mustahkamlanishidan so'ng namunalarning nanoqattqligi prototip sifatida tanlangan usulga nisbatan 1,7-2,2 baravar, analog sifatida tanlangan usulga nisbatan 2,0-2,5 baravar yuqori ekanligidan ko'rishimiz mumkin. Bu solishtirish uchun tanlangan usullar vositasida yuzasi mustahkamlangan materiallarning o'rnida, taklif etilgan usulda yuzani mustahkamlashdan so'ng nisbatan arzon materiallardan foydalanishni ilmiy asoslab beradi.

Boshlang'ich karbonitratsiyalash taglikda qoldiq deformatsiya paydo bo'lishigacha vaqtini oshiradi va taglik va qoplama qattqlik farqining qatlamli tizimning samarali qattqligiga ta'sirini yo'qotadi, taglikning sirt qatlamidagi siquvchi qoldiq kuchlanishlar esa toliqish darzlarining hosil bo'lishigacha vaqtni oshiradi. Shuningdek, qoplamaning buzilish ketma-ketligi boshlanishida mustahkamlangan taglik buzilish o'chog'ining rivojlanish jarayonini to'xtatadi va qoplama to'liq yemirilganda puxtalanmagan taglikka nisbatan uzoq ishlaydi.

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, taklif etilgan usulda mustahkamlangandan so'ng chiziqli yeyilish kattaligi bo'yicha namunalarning yeyilishga chidamliligi prototip sifatida tanlangan usulga nisbatan 1,3-2,4 baravar, analog sifatida tanlangan usulga nisbatan 1,5-1,6 baravar yuqori bo'ladi. Demak, "disk – tekislik" ishqalanish sxemasida massaning yo'qotilishi kattaligi bo'yicha bu farq katta.

Shu bilan birga, qattqlikning keskin pasayishini oldini oladigan mustahkamlangan sirt qatlamining umumiy qalinligi bilan belgilanadigan ishlatish barqarorligi va, natijada, tavsiya etilgan usul yordamida sirt mustahkamlanganidan keyin namunalarda halokatli yeyilishning boshlanishi prototip sifatida tanlangan usul yordamida mustahkamlashgandan keyin mos keladigan ko'rsatkichdan 2,0-2,1 baravar, analoglardan 2,5-3,5 baravar yuqori bo'ladi.

3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, taklif etilgan usulda mustahkamlangandan so'ng namunalarning darzga chidamliligi prototip sifatida tanlangan usul yordamida mustahkamlashgandan keyin mos keladigan ko'rsatkichdan 4,0-9,8 baravar, analoglardan 7,4-18,2 baravar yuqori bo'ladi.

Taklif etilgan usulda sirt mustahkamlangandan so'ng namunalarda qoplama va taglik orasidagi o'zaro adgezion ta'sir juda yuqori va Eriksen bo'yicha sharsimon chuqurchani cho'zilishga sinashda qoplamaning barcha turdagi tagliklarga to'liq yopishishini ta'minlaydi, shu bilan birga prototip sifatida tanlangan usul vositasida mustahkamlangan namunalarda qoplama qisman ko'chdi va analog sifatida tanlangan usul vositasida mustahkamlangan namunalarda qoplama to'liq yoki qisman ko'chdi.

Olingan natijalar taklif etilgan usul bilan mustahkamlangan namunalarda qoplama va taglik materiali orasida asta-sekin o'sib boruvchi qattqlik bilan cho'zilgan o'tish qatlami hosil bo'lishi bilan izohlanadi, bu taglik materiali va qoplamaning mustahkamlik gradientini dempferlaydi va qoplamaning bosib ezilishining oldini oladi, shuningdek, taglik va qoplama orasida diffuzion qatlam shakllanadi va taglikka qoplama diffuzion ilashadi.

O'tish qatlamining mavjudligi Rezerfordning teskari sochilishi natijalari bilan isbotlangan, ulardan termik qizdirish natijasida magnetron purkash jarayonida taglik yuza qatlamini diffuzion azotlash fakti aniqlandi. Demak, taglikdan qoplama o'tish element tarkibi va mexanik xossalari

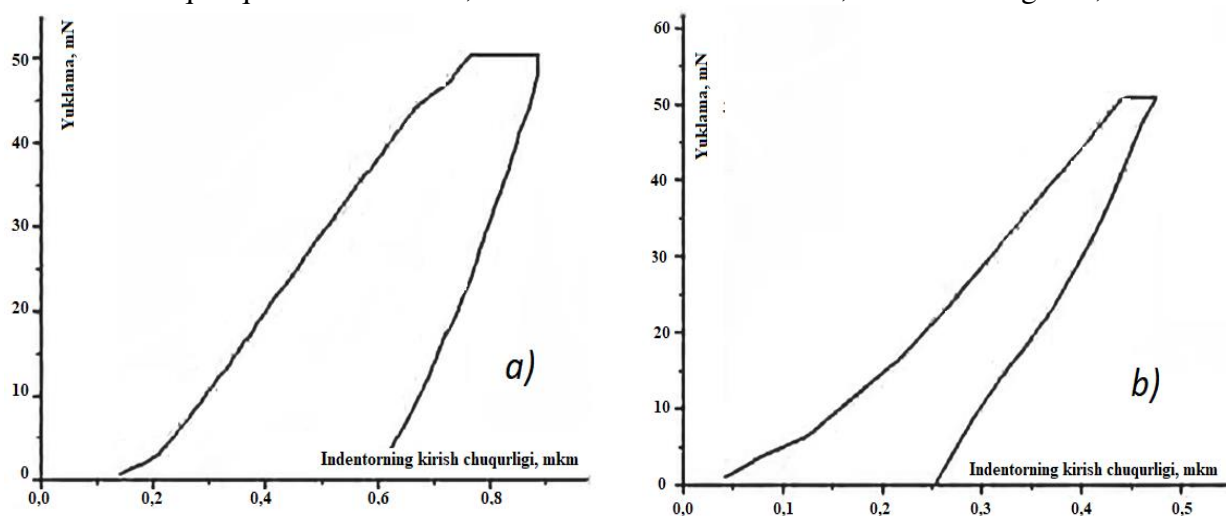
bo'yicha gradient hisoblanadi. Bu bilan qoplamaning taglik bilan adgezion mustahkamligining sezilarli oshishi ta'minlanadi.

Qoplama va taglik orasida o'tish qatlamining mavjudligi fakti, shuningdek, rengentstrukturali fazaviy tahlil natijalari bilan isbotlanadi, bu yerda temirda (taglikda) alyuminiyning qattiq aralashmasi (qoplamadan) taglikda mavjudligi aniqlandi. Shuningdek, rengentstrukturali fazaviy tahlili natijalari bo'yicha TiAlN qoplamasi nanostrukturaga ega ekanligi aniqlandi. Selyakov-Sherrer [8] formulasi bo'yicha hisoblangan kristallitlarning o'rtacha o'lchami 15-20 nm ni tashkil qiladi.

Taglikda alyuminiy mavjudligi hisobiga qattiqlikni oshirish mexanizmi mayda dispersli AlN nitridlarining hosil bo'lishi va temir asosidagi murakkab karbidlar va qattiq aralashmani alyuminiy bilan legirlanishi, shuningdek, qoplama va taglik o'rtasidagi o'tish zonasida B1 strukturali $Ti_{1-x}Al_xN$ qattiq aralashmaning spinodal parchalanishi natijasida nanokristallik kub-AlN ajralishi bilan bog'liq.

Karbonitratsiyadan so'ng 12X18N9T markali po'latdan taglikka va 12X18N9T markali po'latdan taglikka alyuminiy qo'shib, titan nitridi qoplamasi namunalari uchun nanoindentorni 200-300 nm chuqurlikka bosib kiritishda 20 nm uchlikda yumaloqlash radiusi bilan Berkovichning uch qirrali olmos indentorini qo'llab, Oliver For uslubi bo'yicha Nanoindenter G200 (MES Systems, USA) asbobida olingan yuklash-bo'shatish egri chiziqlari 1-rasm, a, b da ko'rsatilgan.

Yuklanish egri chizig'idagi farq (1-rasm, a) qoplamaning chuqurligi bo'yicha bir jinsli emasligini, yuksizlantirish egri chizig'ining kichik qiyalik burchagi – qoplamaning yaxshi elastik xossalari haqida darak beradi. Ammo nanoqattiqlik nisbatan past, qoplama yumshoq taglikka bosib kiritiladi. Nanoqattiqlik – 28070 MPa, elastiklik moduli – 770 GPa, mustahkamligi – 2,47 N/m.



1-rasm. Qoplamali namunalarning yuklanish-yuksizlantirish egri chiziqlari: 2X18N9T markali po'latda TiAlN qoplamasi; b – karbonitratsiyadan so'ng 12X18N9T markali po'latda TiAlN qoplamasi

Yuksizlantirish egri chizig'ining kichik qiyalik burchagi (1-rasm, b) qoplamaning yuqori elastik xossalari va uning indentor yuklamasi ta'siri ostida qovushqoq buzilish xarakteri haqida darak beradi. Nanoqattiqligi – 52880 MPa, elastiklik moduli – 870 GPa, mustahkamligi – 1,48 N/m.

Xulosalar. Ikki ta o'zaro to'ldiruvchi mustahkamlovchi ta'sir etishni, ya'ni yuzaga kimyoviy-termik ishlov berish va reaktiv magnetron purkash usulida TiAlN nanostrukturali qoplama hosil qilishdan iborat bo'lgan po'lat mahsulotlarini kompleks mustahkamlash usuli ishlab chiqildi. Taklif etilgan usul keyinchalik qoplama hosil qilish uchun mustahkam diffuzion qatlam hosil qilish imkonini beradi, bu o'z navbatida, puxtalanadigan mahsulotlarning qattiqligini va yeyilishga chidamliligini sezilarli ravishda oshirish, qoplamaning darz barqarorligini ko'paytirish va qoplama va taglik orasidagi adgezion o'zaro ta'sirni kuchaytirish imkonini beradi. Ushbu usulda mustahkamlangan po'latdan tayyorlangan detallar ularning sirtida yangi kompozitsion material

shakllantirilishi hisobiga 4,5-5,1 baravar yuqori mikroqattiqlikka, 4,1-7,0 baravar yuqori yeyilishga chidamlilikka va 2,5 baravardan yuqori korroziyabardoshlikka ega bo'ladi.

Po'lat mahsulotlarini kompleks mustahkamlashning ushbu usuli mashina va mexanizmlarning yuqori sifatli detallarini, kesuvchi asbobni, shtamplangan moslamani, podshipniklarning detallarini va past ishqalanish koeffitsiyenti hamda yuqori korroziyabardoshligi bilan birga sirtning yuqori statik yuk ko'taruvchanligi talab qilinadigan detallarni mustahkamlashda qo'llanilishi mumkin

Adabiyotlar

1. Бафоев Д.Х. Обработка деталей динамическими методами поверхностного пластического деформирования. Фан ва технологиялар тараққиёти, Илмий-техникавий журнал. Бухоро, 2024. №1, 29-38 б.
2. Бафоев Д.Х. Повышение долговечности деталей машин. UNIVERSAL JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATION. VOLUME 2, ISSUE 18, NOVEMBER, 2024. 22-27.
3. Бафоев Д.Х. "Восстановление деталей эффективными способами наплавки Uzbek Scholar Journal. Volume- 09, Oct., 2022. www.uzbekscholar.com. 9.
4. Nanostructured Coating (Eds. A. Gavaleiro, J. T. De Hosson). Berlin: Springer-Verlag, 2006. 648 p.
5. Гринберг П.Г. Метод получения наноструктурированных топокомпозиций для повышения несущей способности конструктивных элементов энергооборудования / П. Г.Гринберг, В.Н.Горюнов, К.Н.Полещенко, Е.Е.Тарасов // Вестн. Омского ун-та. 2012. №2. С. 253–258.
6. Современная трибология: Итоги и перспективы / Под ред. К.В. Фролова. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 480 с.
7. Восстановление деталей машин: Справ. / Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов / Под ред. В.П.Иванова. М.: Машиностроение, 2003. 672 с.
8. Русаков А.А. Рентгенография металлов. М.: Атомиздат, 1977. 480 с.

UDK 631.3:628.3

DRENAJ TIZIMLARIDAGI OQIM TEZLIGI VA GIDRAVLIK SAMARADORLIKNI O'RGANISH

Tashpulatov N.E., Sattorov A.X.

Farg'ona davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Mazkur maqolada drenaj tizimlarida oqimlarning harakat rejimlari va ularning matematik modellashtirilishi tahlil qilinadi. Barqaror va nobarqaror oqimlar holati, bosimli va bosimsiz rejimlar hamda ular uchun gidravlik hisoblash formulalari yoritilgan. Shu bilan birga, oqimning pasayish egri chiziqlari, kritik chuqurliklar va Darcy-ishqalanish yo'qotishlari kabi parametrlar ham ko'rib chiqilgan. Shuningdek, zamonaviy dasturiy paketlar imkoniyatlari, ularning afzalliklari va kamchiliklari ham tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: drenaj tizimi, oqim tezligi, bosimli rejim, bosimsiz rejim, kritik chuqurlik, gidravlik hisoblash, Darcy formulasi.

ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПОТОКА И ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМАХ

Ташпулатов Н.Э., Сатторова А.Х.

Ферганский государственный технический университет.

Аннотация. В статье рассматривается математическое моделирование режимов потока в дренажных системах. Анализируются как установившиеся, так и неустойчивые режимы движения, режимы с давлением и без давления, а также приводятся соответствующие гидравлические формулы расчета. Особое внимание уделено кривым спада потока, критической глубине и потерям напора по формуле Дарси. Также дана оценка возможностям, достоинствам и ограничениям современных программных пакетов для гидравлического моделирования.

Ключевые слова: дренажная система, скорость потока, напорный режим, безнапорный режим, критическая глубина, гидравлический расчет, формула Дарси.