

ӘОЖ 621.793

**З.А. Ибрагимова\*, Д.А. Абзалова, Ж.К. Шуханова, Т.М. Нұржанов, А.А. Абдалиев**

PhD, доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
PhD, доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

\*Корреспондент авторы: zaure\_1983\_as@mail.ru

## **МАШИНА БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ҰЗАҚМЕРЗІМДІЛІГІН ЖОҒАРЛАТУ ҮШІН АНТИФРИКЦИОНДЫ ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ**

### **Түйін**

Бұл мақалада финишті антифрикционды абразивсіз өңдеу әдісімен үйкеліске қарсы жабындарды алудың технологиялық процесі ұсынылды. Технология жанасатын беттердің тозуға қарсы қасиеттерін арттыру үшін жөнделу өндірісі жағдайында жүзеге асырылады. Технологиялық процесс болат біліктің бетіне материалды селективті тасымалдау принципі бойынша толтырғыш материалдың бетінен диффузиялық тасымалдау арқылы құрамында мыс бар жұқа жабынды қолданудан тұрады. Қаптау процесі глицерин негізіндегі ерітіндіден және 10% тұз қышқылынан тұратын технологиялық ортада жүреді. Жабынның қалыңдығы 3-5 мкм құрайды. Үйкеліске қарсы жабынның шөгуге төзімділігі болат беттерінің мәндерінен де асып түседі, атап айтқанда, 40X болаттан жасалған шыңдалған беттің шөгуге төзімділігі 350 Н жүктеме кезінде 39 мин және үйкеліс жылдамдығы 1,5 м/с құрайды, ал зерттелетін үйкеліске қарсы жабынның орнату уақыты 60 мин шөгуге төзімділік шамасының артуы 35% құрайды. Зерттеу нәтижелері жоғары практикалық маңыздылыққа ие және майлау тиімділігі төмен жұмыс істейтін дәл түйісу мен үйкеліс түйіндерін қалпына келтіру жағдайында қолданыла алады.

**Кілттік сөздер:** жабын, тозу, тозуға төзімділік, финишті операция, технологиялық процесс, антифрикционды, түйісу, беріктендіру.

**Кіріспе.** Үйкеліске қарсы жабындарды қалыптастырудың технологиялық процестері машиналардың жанасатын бөлшектерінің беттерінде жұқа жабындарын жүзеге асырудан тұрады [1, 2]. Қапталған қабаттар төмен адгезиялық беріктікке ие, өйткені олар бөлшектің бастапқы бетінің кедір-бұдырымен жұқа қабаттың механикалық байланысына негізделген. Үйкеліске қарсы материалдардың негізі негізінен қалайы және қорғасын қола негізіндегі металл қорытпалары болып табылады. Қоланың жұмсақ иілгіш құрылымы жоғары антиадириялық қасиеттерді қамтамасыз етеді және болат беттерін өзара жанасудан сындырып, қатты маймен жұмыс істейді. Алайда, төмен адгезиялық қасиеттері қапталған үйкеліске қарсы жабындар оларды жоғары температуралық және кинематикалық жұмыс режимдерімен сипатталатын үйкеліс түйіндерінде қолдануды шектейді. Жүргізілген зерттеулер 160 °С жоғары температурада кез келген қапталған құрылымдар ыдырайтынын және жабын компоненттерінің тотығуына байланысты олардың тотықсыздануы мүмкінсіздігін дәлелдейді [3].

Сынуға төзімді үйкеліске қарсы жабындарды қалыптастыру селективті тасымалдау технологияларын қолдану және машина бөлшектерінің бетінде сервовиттік пленкалар деп аталатын жұқа мыс бар жабындарды жасау арқылы мүмкін болады. Сервовиттік пленкаларды кеңес ғалымдары (Д. Н. Гаркунов және В.Н. Лозовский) зерттеп, жоғары температура мен динамикалық жүктеме жағдайында олардың тиімділігі дәлелденді. Серовит пленкасының жоғары тұрақтылығы құрылымның өзін-өзі ұйымдастыру теориясына және үйкеліс энергиясынан өзін-өзі қалпына келтіру мүмкіндігіне негізделген: үйкеліс неғұрлым жоғары болса, үйкеліске қарсы серовит пленкасының қалыптасу процесі

соғұрлым тұрақты болады [4-6]. Жалпы машинажасау жағдайында сервовиттік пленканы құру процесі финишті антифркционды абразивсіз өңдеу (ФААӨ) технологиясында жүзеге асырылады. ФААӨ басқа әрлеу жұмыстарымен салыстырғанда артықшылығы-бұл әдіс өте қарапайым, күрделі жабдықты қажет етпейді және болат немесе шойын бетіне үйкеліске қарсы жоғары қасиеттер береді. Қарапайым және қол жетімді материалдарды қолдану үйкеліс түйіндеріндегі жұптарды қалпына келтіру құнын төмендетеді.

**Нәтижелер және оларды талқылау.** Жабын алу технологиясын іске асыру үшін біз ЛС-59-1 маркалы мыс қорытпасы түріндегі толтырғыш материалды қолдандық. ФААӨ жағдайында үйкеліске қарсы жабынды қалыптастыру процесі диффузиялық сипатқа ие. Бөлшектің беті мен толтырғыш материал арасындағы диффузиялық процестерді жүзеге асыру үшін Ребиндер эффектісі арқылы беттердің жоғары белсенділігін қамтамасыз ету қажет, бұл беттен оксид құрылымдарын бұзудан және бөлшектің беткі металл атомдарының бос электронды байланыстарын белсендіруден тұрады. Осы мақсатта үйкеліске қарсы жабынды синтездеу процесі арнайы технологиялық ортада жүреді. Жүргізілген зерттеулер ФААӨ жүзеге асырудың ең тартымды ортасы глицерин және оның әртүрлі ерітінділері екенін анықтады [7].

Глицерин-бұл бөлшектердің бетіндегі тотықты қабықшаларды бұзатын және селективті тасымалдау жағдайында өзін-өзі ұйымдастыру әсеріне ықпал ететін әлсіз қышқыл. Глицериннің қышқылдық қасиеттерінің тиімділігін арттыру үшін оған салмағы бойынша 10% тұз қышқылы қосылды. Бұл жабынның тұрақты процесін сақтай отырып, 20-30 МПа байланыс аймағында өңделетін бөлікке штанганың қысымын төмендетуге мүмкіндік береді. Үлгі бөлшегінің бастапқы материалы ретінде диаметрі 40 мм болатын 40Х болат алынды. Жабынның пайда болу кинетикасы және жабысқақ байланыстардың сапасы байланыс аймағындағы температурамен анықталады. Жабын синтезінің температуралық фоны үйкеліс жылдамдығымен және штанганың Болат үлгісінің бетіне қысу күшімен анықталады. Айта кету керек, біз болат үлгісін алдын ала қыздырумен үйкеліске қарсы жабынды синтездеу мүмкіндігіне қосымша зерттеулер жүргіздік. Алайда, зерттеу нәтижелері жабын синтезінің тиімділігін арттырмады. Сондықтан одан әрі эксперименттік зерттеулерде бастапқы Болат үлгісінің температурасы 20<sup>0</sup>С қабылданды. Бұл зерттеулерде толтырғыш материалдың кинематикалық режимдері мен штангалық қысымы бұрын жүргізілген зерттеулер негізінде қабылданды-өңдеу жылдамдығы 50 м/мин, бойлық беріліс 0,06 мм/айн, штангалық қысым 350 Н [2, 7].

ФААӨ жабындарын жасау кезінде бетті тиімді дайындау қажет. Бөлшектің беті механикалық ластанудан және оксидтерден тазартылып, мұқият майсыздандырылуы керек. Бөлшектің бетіне жабынды жағу майсыздандырудан кейін 5 -8 минуттан ерте болмауы керек. ФААӨ алдында бетті тиімдірек дайындау үшін бөлікті алдын ала удандыру ұсынылады. Үйкеліске қарсы жабынды синтездеудің маршруттық технологиялық процесі 1-кестеде толығырақ көрсетілген.

Кесте 1 – 40Х болаттан жасалған үлгісінің бетінде үйкеліске қарсы жабынды қалыптастырудың маршруттық картасы

Операция №	Операцияның аталуы	Жабдық, айла-бұйым, аспап
005	Жуу	«Лабомид 315» жуу ерітіндісі
010	Механикалық (ажарлау)	ЗУ131 ажарлау білдегі, ажарлау дөңгелегі 450x10x305 15А 32 С2 7 К 35 м/с АА 1 кл. МЕСТ 2424-83
015	Слесарлы (дайындау)	Техникалықмайсыздандырғыш, технологиялықерітінді (глицерин + 10%

		тұзқышқылы), 10% HCl, уландырғыш, толтырғыш материалды бекітуге арналған құрылғы (цех), жезден жасалған ДС-59 штангасы (диаметрі 4 мм, ұзындығы 15 мм)
020	Механикалық (антифрикционды жабын синтезы)	95ТВ токарлы винткескіш білдек, толтырғыш материалды бекітуге арналған құрылғы, технологиялық ерітінді
025	Слесарлы (бетті тазалау)	Сілтілік ерітінді (10 % NaOH + H <sub>2</sub> O)
030	Бақылау	Жабынның болуын визуалды бақылау

Жабынның пайда болуы қалпына келтірілетін беттің бүкіл ені бойынша үздіксіз жүреді. Тұрақты жабынды алу үшін үш өту орындалды. Өту саны бір факторлы эксперименттер негізінде анықталды. Өтулердің көп мөлшері қалпына келтірілетін бөлшекке жабынды қолданудың жақсы нәтижесін бермейді. Жабынды жағу технологиясы 1-суретте көрсетілген.

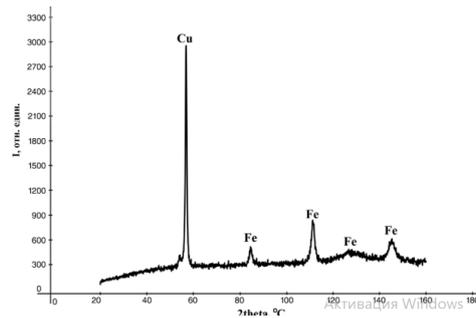


Сурет 1 – Антифрикционды жабынның қалыптасу процесі

Антифрикционды жабынды жүргізу процесінің жүргізілуі:

1. Токарлы білдектің үш жұдырықшалы патронына бөлшекті бекітіп, артқы топайдың ортасына тіркеу;
2. Бөлшектің бетін 10% HCl ерітіндісімен уландыру;
3. Білдектің айналдырығында бөлшекті айналдыра отырып, технологиялық сұйықтықты жағу;
4. Жезден жасалған құрылғыны бөлшекке (симметрия өсі бойынша) жеткізу;
5. Серіппелі механизмнің көмегімен бұйымның бетіне 350Н күш беру;
6. Білдектің айналдырығының жетегін қосу және үйкеліске қарсы жабынды қолдануымыз. Өңдеуден кейін бөлшектің беті жылы сілтілі ортада жуылады (суда 10% сода ерітіндісі) және кептіріледі. Үйкеліске қарсы жабынның құрылымы мен трибологиялық параметрлерін анықтау үшін Дрон-3 дифрактометрін және СМТ-2070 үйкеліс машинасын қолдана отырып зертханалық зерттеулер жүргізілді [8].

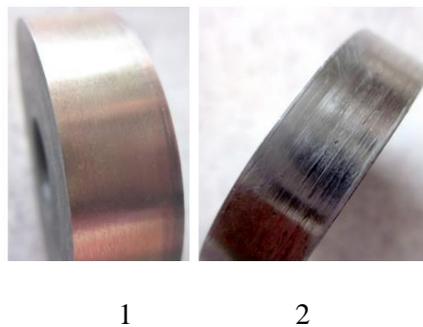
**Нәтижелер және талқылау.** Синтезделген жабынның құрылымы мен фазалық құрамын бағалау үшін рентгендік құрылымдық зерттеулер жүргізілді. Жабынның дифрактограммасында тек темір мен мыс сызықтары көрінеді. Жабын құрылымындағы оттегі көрінбейді (2 сурет).



Сурет 2 – Жезбен жабындалған диффрактограмма

Беткі қабаттар-бұл аз мөлшерде  $\alpha$ -Fe бар таза, тотықпаған мыс. Жабындағы темір қатты алмастыру ерітіндісі түрінде болады және үйкеліске қарсы жабынды синтездеу процесінде жабын құрылымына диффузия нәтижесінде пайда болады.

Жабын құрылымында  $\alpha$ -Fe болуы үйкеліске қарсы жабын синтезінің диффузиялық сипаты және болат бөлік негізі мен үйкеліске қарсы жабын компоненттерінің жоғары араластыру дәрежесі туралы болжамдарымызды растайды. Әрине, бұл факт жабын мен бөлшектің болат беті арасындағы жоғары адгезиялық байланыстарды анықтайды. Оттегінің және сәйкесінше темір мен мыс оксидтерінің болмауы үйкеліске қарсы жабын синтезінің тотықпайтын процестерін көрсетеді. Жабын синтезінің тотығусыз процестері тұрақты сервовиттік пленканы қалыптастыра отырып, енжарлық әсерін жүзеге асыра отырып, селективті ауысуға тән. Тозу сынақтары жағдайында трибологиялық сипаттамаларды бағалау үшін стандартты үйкеліске қарсы және құрылымдық қорытпалар, атап айтқанда, Б83 маркалы баббит, 40Х болаттың шыңдалған беті пайдаланылды. Үлгілердің беттерінің күйі 3-суретте көрсетілген.



Сурет 3 – 1 – антифрикционды жабынмен, 2 – жабынсыз

Жұмыста көрсетілген әдістемеге сәйкес триботехникалық зерттеулер [9] шекаралық үйкеліс жағдайында үйкеліс коэффициентінің өзгеру динамикасын берілген триботүйісу жүктемесінен бекітумен орындалды. Ыстыққа төзімділікті зерттеу жұмыста көрсетілген әдістеме бойынша құрғақ үйкеліс жағдайында (майлау материалын бермей) жүргізілді. Шекаралық үйкеліс жағдайында минималды және тұрақты үйкеліс коэффициенті «баббит Б83 -40Х болат» триботүйістіру көрсетеді. Түйістірудің бұл сипаттамасы баббит қорытпасы құрылымының ерекшелігімен негізделген, ол жеткілікті үлкен қалыңдығымен және пластикалық деформацияның жоғары деңгейімен сипатталады, бұл түйістірудегі үйкеліс беттерінің интенсивті өнімділігін анықтайды және төмен үйкеліс коэффициентін береді. Алайда, баббиттің жағымсыз жағы төмен

жылу беріктігі болып табылады-температура 120<sup>0</sup>С жоғары көтерілгенде, икемділіктің жоғарылауы және болат бетімен адгезиялық байланыстардың пайда болуы байқалады, бұл 400Н жүктеме кезінде үйкеліс коэффициентінің жоғарылауы түрінде көрінеді. Жүктемелердің барлық диапазонында 40X құрылымдық болаттарға негізделген түйісулер жоғары үйкеліс коэффициентімен және төмен өнімділікпен сипатталады. Болат триботүйістіру тозу сынақтарының салыстырмалы түрде жоғары температуралық фонын атап өту қажет. Температураның тез көтерілуі механикалықтан адгезиялық тозу механизміне ауысуды көрсетеді, бұл көп жылу шығарады. Температураның жоғарылауы адгезия процестерін күшейту және сәйкесінше үйкеліс коэффициентін арттыру үшін қосымша катализатор болып табылады. Зерттелетін «үйкеліске қарсы жабын – 40X болат»түйісу жоғарыда сипатталған түйісулерден ерекшеленеді, атап айтқанда, үйкелістің бастапқы сәтінде үйкеліс коэффициенті төмен, бұл мыс құрылымының жоғары икемділігіне байланысты жабынның жақсы бейімделуін көрсетеді. 300 Н жүктеме кезінде үйкеліс коэффициенті тұрақтандырылады және жүктеме одан әрі артқан кезде жоғарыламайды, бұл өзін-өзі қалпына келтіру процестері арқылы үйкелістің өзін-өзі ұйымдастыруын растайды. Жүктеменің одан әрі жоғарылауымен үйкеліс коэффициентінің жоғарылауы байқалады, бұл, ең алдымен, үйкеліске қарсы жабынның абразиясымен түсіндіріледі, өйткені қалыңдығы бірнеше микрон және «болат» үйкелісіне көшу. Апаттық жағдайда талданатын триботүйістіру жұмыс қабілеттілігін анықтау үшін құрғақ үйкелісті модельдеу жүргізілді. Беттің төзімділігін зерттеудің негізгі міндеті-жанасатын беттер арасында майлау болмаған жағдайда, сынақ уақытының аралығындағы жабынның орнатылуына төзімділігі. Зерттеу нәтижелері синтезделген үйкеліске қарсы жабынның өнімділігін растады. Төзімділік 1,5 м/с жылдамдықта 60 мин үйкелісті және 350 Н триботүйістіру жүктемесін құрады. зерттелетін жабынның анти-беттік қасиеттерінің жоғарылауы жұқа сервоиттік пленка түрінде жанасатын беттер арасында трибокабаттың тұрақты болуымен қамтамасыз етіледі.

**Қорытынды.** Жұмыста ФААӨ әдісімен үйкеліске қарсы жабындарды алудың технологиялық процесі ұсынылды. Технология жанасатын беттердің тозуға қарсы қасиеттерін арттыру үшін жөндеу өндірісі жағдайында жүзеге асырылады. Технологиялық процесс болат біліктің бетіне материалды селективті тасымалдау принципі бойынша толтырғыш материалдың бетінен диффузиялық тасымалдау арқылы құрамында мыс бар жұқа жабынды қолданудан тұрады. Қаптау процесі глицерин негізіндегі ерітіндіден және 10% тұз қышқылынан тұратын технологиялық ортада жүреді. Жабынның қалыңдығы 3-5 мкм құрайды. Жабындарды рентгендік құрылымдық талдаудың нәтижелері синтез процесі өзара диффузиялық процестер арқылы жүреді деген болжамдарымызды қолдайды. Қаптау  $\alpha$ -Fe және мыс тепе-теңдік фазалары болып табылады. Салыстырмалы триботехникалық зерттеулер жабынның циклдік жүктемелерге төзімді екенін және шекаралық үйкеліс жағдайында 0,08–0,15 шегінде жоғары жүк көтергіштігі мен төмен үйкеліс коэффициентіне ие екенін көрсетті. Үйкеліске қарсы жабынның шөгуге төзімділігі болат беттерінің мәндерінен де асып түседі, атап айтқанда, 40X болаттан жасалған шыңдалған беттің шөгуге төзімділігі 350 Н жүктеме кезінде 39 мин және үйкеліс жылдамдығы 1,5 м/с құрайды, ал зерттелетін үйкеліске қарсы жабынның орнату уақыты 60 мин шөгуге төзімділік шамасының артуы 35% құрайды. Зерттеу нәтижелері жоғары практикалық маңыздылыққа ие және майлау тиімділігі төмен жұмыс істейтін дәл конъюгациялар мен үйкеліс түйіндерін қалпына келтіру жағдайында қолданыла алады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Новая технология лазерной модификации поверхностей низкоскоростных

- тяжелонагруженных опор скольжения / В. И. Гольдфарб, Е. С. Трубачев, Е. В. Харанжевский [и др.] // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2017. Т. 20, № 2. С. 112– 117. DOI 10.22213/2413-1172-2017-2-112-117.
2. Ипатов, А. Г. Лазерно-порошковая наплавка антифрикционных покрытий на основе баббита Б83 / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2018. № 8. С. 27–31. DOI 10.31044/1684-2561-2018-0-8-27-31.
3. Zhang Q., Ye Y., Yang Y. et al. Review of low-plasticity burnishing and its applications. *Adv. Eng. Mater.*, 2022, no. 24, no. 11, art. 2200365, doi: <https://doi.org/10.1002/adem.202200365>
4. Ипатов А. Г., Шмыков С. Н. Синтез антифрикционных покрытий методом ФАБО // Технический сервис машин. 2021. № 1 (142). С. 140– 147. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-1-140-147. EDN VKMHLQ.
5. Dzierwa A. Influence of ball-burnishing process on surface topography parameters and tribological properties of hardened steel. *Machines*, 2019, vol. 7, no. 1, art. 11, doi: <https://doi.org/10.3390/machines7010011>
6. Рыбин В.В. Большие пластические деформации и разрушение. Москва: Металлургия, 1986. – 224 с.
7. Makhutov N.A., Zatsarinnyi V.V. Theoretical and experimental assessment of threaded joint strength and resource based on elastoplastic deformations // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*. 2015. Т. 44. №1. С. 25-32.
8. Shetulov D.I., Kravchenko V.N., Myl'nikov V.V. Predicting the Strength and Life of Auto Parts on the Basis of Fatigue Strength // *Russian Engineering Research*. 2015. Vol. 35. P. 580–583.
9. Триботехнические свойства керамических антифрикционных покрытий на основе оксида железа и оксида бора / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Трение и износ. 2023. Т. 44, № 5. С. 427–434. DOI 10.32864/0202-4977-2023-44-5-427-434.

### References

1. Novaja tehnologija lazernoj modifikacii poverhnostej nizkoskorostnyh tjazhelonagruzhennyh opor skol'zhenija / V. I. Gol'dfarb, E. S. Trubachev, E. V. Haranzhevskij [i dr.] // *Vestnik IzhGTU imeni M. T. Kalashnikova*. 2017. Т. 20, № 2. С. 112– 117. DOI 10.22213/2413-1172-2017-2-112-117.
2. Ipatov, A. G. Lazerno-poroshkovaja naplavka antifrikcionnyh pokrytij na osnove babbita B83 / A. G. Ipatov, E. V. Haranzhevskij // *Remont. Vosstanovlenie. Modernizacija*. 2018. № 8. С. 27–31. DOI 10.31044/1684-2561-2018-0-8-27-31.
3. Zhang Q., Ye Y., Yang Y. et al. Review of low-plasticity burnishing and its applications. *Adv. Eng. Mater.*, 2022, no. 24, no. 11, art. 2200365, doi: <https://doi.org/10.1002/adem.202200365>
4. Ipatov A. G., Shmykov S. N. Sintez antifrikcionnyh pokrytij metodom FABO // *Tehnicheskij servis mashin*. 2021. № 1 (142). С. 140– 147. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-1-140-147. EDN VKMHLQ.
5. Dzierwa A. Influence of ball-burnishing process on surface topography parameters and tribological properties of hardened steel. *Machines*, 2019, vol. 7, no. 1, art. 11, doi: <https://doi.org/10.3390/machines7010011>
6. Rybin V.V. Bol'shie plasticheskie deformacii i razrushenie. Moskva: Metallurgija, 1986. – 224 s.
7. Makhutov N.A., Zatsarinnyi V.V. Theoretical and experimental assessment of threaded joint strength and resource based on elastoplastic deformations // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*. 2015. Т. 44. №1. С. 25-32.
8. Shetulov D.I., Kravchenko V.N., Myl'nikov V.V. Predicting the Strength and Life of Auto Parts on the Basis of Fatigue Strength // *Russian Engineering Research*. 2015. Vol. 35. P. 580–583.
9. Tribotekhnicheskie svojstva keramicheskikh antifrikcionnyh pokrytij na osnove oksida zheleza i

oksida bora / A. G. Ipatov, E. V. Haranzhevskij, S. N. Shmykov, K. G. Volkov // Trenie i iznos.  
2023. T. 44, № 5. S. 427–434. DOI 10.32864/0202-4977- 2023-44-5-427-434.

**З.А. Ибрагимова\***, Д.А. Абзалова, Ж.К. Шуханова, Т.М. Нуржанов, А.А. Абдалиев

PhD, доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

PhD, доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [zaure\\_1983\\_as@mail.ru](mailto:zaure_1983_as@mail.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

### Аннотация

В работе представлен технологический процесс получения антифрикционных покрытий методом ФАБО. Технология реализуется в условиях ремонтного производства для повышения противоизносных свойств контактирующих поверхностей. Технологический процесс заключается в нанесении на поверхности стального вала тонкого медьсодержащего покрытия за счет диффузионного переноса материала с поверхности присадочного материала по принципу избирательного переноса. Процесс нанесения покрытия происходит в технологической среде, состоящей из раствора на основе глицерина и 10 % соляной кислоты. Толщина покрытия составляет от 3–5 мкм. Задиристость антифрикционного покрытия также превышает значения стальных поверхностей, в частности, задиристость закаленной поверхности из стали 40X составляет 39 мин при 350 Н нагрузки и скорости трения в 1,5 м/с, в то время как у исследуемого антифрикционного покрытия время до схватывания составляет 60 мин. Превышение величины задиристости составляет 35 %. Результаты исследований имеют высокую практическую значимость и могут быть использованы в условиях восстановления прецизионных сопряжений и узлов трения, эксплуатирующихся с низкой эффективностью смазки.

**Ключевые слова:** покрытие, износ, износостойкость, отделочная операция, технологический процесс, антифрикционный, контакт, упрочнение.

**Z.A. Ibragimova\***, D.A. Abzalova, Zh.K. Shukhanova, T.M. Nurzhanov, A.A. Abdaliev

PhD; Associate Professor, M. Auezov training, Shymkent, Kazakhstan

Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, M. Auezov training, Shymkent, Kazakhstan

PhD; Associate Professor, M. Auezov training, Shymkent, Kazakhstan

Master's student, M. Auezov training, Shymkent, Kazakhstan

Master's student, M. Auezov training, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding Author's Email: [zaure\\_1983\\_as@mail.ru](mailto:zaure_1983_as@mail.ru)

## THE USE OF THE ANTIFRICTION METHOD TO INCREASE THE DURABILITY OF MACHINE PARTS

### Abstract

The paper presents the technological process of obtaining antifriction coatings by the FABO method. The technology is implemented in the conditions of repair production to increase the anti-wear properties of the contacting surfaces. The technological process consists in applying a thin copper-containing coating to the surface of a steel shaft due to the diffusion transfer of material from the surface of the filler material according to the principle of selective transfer. The coating process takes place in a technological environment consisting of a solution based on glycerol and 10% hydrochloric acid. The coating thickness ranges from 3-5 microns. The scuff resistance of the antifriction coating also exceeds the values of steel surfaces, in particular, the scuff resistance of a hardened surface made of 40X steel is 39 minutes at 350 N

load and a friction velocity of 1.5 m/s, while the investigated antifriction coating has a setting time of 60 minutes. The excess of the scuff resistance is 35%. The research results are of high practical importance and can be used in conditions of restoration of precision couplings and friction units operating with low lubrication efficiency.

**Keywords:** coating, wear, wear resistance, finishing operation, technological process, antifriction, contact, hardening.