

Ержан Ярнарлович Шаяхметов – PhD, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>.

Дидар Ниязбекулы Серикбеков – магистрант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: 777.fun@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7720-5555>.

Information about the authors

Nazym Erlanovna Baisalova* – Master's student of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: baisalova.nazym@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1069-0949>.

Yerzhan Yarnarovich Shayakhmetov – PhD, Professor of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>

Didar Niyazbekuly Serikbekov – Master's student of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: 777.fun@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7720-5555>.

Редакцияға енуі 29.04.2024

Өңдеуден кейін түсуі 21.05.2024

Жариялауға қабылданды 23.05.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-11

FTAXP: 55.03.11



Ж.А. Сергибаева*, Г.Б. Абдилова, Б.Б. Кабулов, А.Е. Еренгалиев, М.Е. Шаменов

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Глинка көшесі, 20 А

*e-mail: jadra1980@mail.ru

ҮЙКЕЛІС КҮШТЕРІНІҢ БӨЛШЕК БЕТТЕРІН ӨНДЕУДЕГІ ТИГІЗЕР ӘСЕРЛЕРІ

Аңдатпа: Орындалған мақалада үйкеліс кезінде үйкелісетін беттердің субмикроскопиялық көлемінде және макро, микро-да өтетін күрделі үдерістер пайда болатындығы туралы айтылған. Физикалық рельефтің, беттік байланыстардың пайда болуы түйісетін денелердің макро, микро және субмикроскопиялық көрсеткіштеріне тәуелді. Бұл көрсеткіштер түйісудің нақты ауданын, серпімді-пластикалық жүрудің қарқындылығы мен қасиеті, адсорбция, диффузия, жылу бөліну және түйісу алаңындағы басқада жағдайларын анықтайды. Машина жасаудың, құрал жасаудың әр түрлі салаларында үйкеліс торабының бөлшектерін жобалауда, және де әр түрлі беріктіктегі үйкелісетін материалдардың сыртқы үйкеліс күшінің түзілу заңдылығына түйісудің нақты түйісу ауданына әсерін білу маңызды. Сыртқы үйкеліс үдерісіндегі масштабты әсердің алатын рөлі жайындағы ғалымдардың зерттеулері негізінде тозуға беріктік масштабты факторға байланысты екендігі дәлелденген. Машина бөлшектерінің үйкеліс тораптарын жасауда масштабты фактордың сыртқы үйкеліс күшінің (коэффициентінің) және тозудың мөлшеріне әсерін ескерілді. Бұл қозғалыста болатын тораптардың материалдарын және де өлшемдерін оңтайландырылған антифрикционды және тозуға тұрақтылық қасиеттерімен негізделген. Сондықтан да конструктивті сипаттағы есептеулерді жақсы жүргізуге, бұл өз ретінде төзімділіктің ұлғаюына және құрылым салмағын төмендетуге мүмкіндік беретіндігі анықталды.

Түйін сөздер: деформация, фрикцион, адгезия, индентор, микрокесу, масштабты фактор.

Кіріспе

Қазіргі таңда орта және шағын кәсіпорындардағы мәселелердің бірі, ол- технологиялық өңдеу кезіндегі бөлшектің үйкеліс күшінің өнделетін бөлшекке әсерін төмендету арқылы сапаны жоғарылату болып табылады. Ғылым мен техниканың дамуымен қатар, машиналар мен құрылғылар конструктивті өзгешеліктерге ұшырауда, бөлшектер және тораптар беріктігі

мен төзімділігіне деге талаптар күшейді. Осыған орай бөлшек бетінің сапасы мен дайындау дәлдігіне деген талап арта түсуде [1].

Сонымен қатар жоғары квалитетті дәлдікке, дайындаманы әр түрлі өлшемдік өңдеуден өткізбей, жету мүмкін емес. Солардың ішінде кең таралғаны механикалық өңдеу әдістері болып табылады, тіпті сарапшылардың бағалауынша мұндай жағдай алдағы уақытта да сақталмақ. Бұл өңдеу әдістерін қолдану көп жағдайларда өңдеу дәлдігіне қойылған жоғары талаптарға сай келмейді, өз ретінде технологиялық үдеріске қосымша қымбат, бірақ талапқа сай өңдейтін өңдеу әдістерін қосуға әкеліп соқтырады. Алдын-ала өңдеу операцияларында аз шығын шығарып неғұрлым жоғары дәлдікке қол жеткізсек, соңғы өңдеу операцияларында көптеген шығындардан арыла аламыз.

Бірақ қазіргі уақытта өңдеудің технологиялық дәлдігін жоғарылату әдістерінің қоры тіптен аз, сол себепті алдыңғы қатарға жалпы өңдеу қателігіне жататын, бірақ әсері төмен қателіктерді түзеу арқылы дәлдікті жоғарылату іске асырылады. Сондай бір қателіктердің бірі аспап пен дайындаманың арасындағы үйкеліс болып табылады. Жалпы қателіктерде құрылғыны конструктивті жетілдіру барысында ол тек өсе түседі.

Деформацияланатын дайындама мен аспап түйіскен уақытта түйісу беттерінде үйкеліс күші пайда болады, олар өз ретінде деформацияның күштік режиміне, пішін өзгерісіне, аспаптың тозуына және бөлшек сапасы үлкен әсер етеді. Яғни, үйкеліс шартын сипаттайын сұрақ өзекті болып табылады.

Үйкеліс күшін төмендететін әр түрлі әдістерді қолдана отырып, деформацияны 5...10 есе төмендетуге болады, ал тозуды 100...1000 есе. Түйісудегі үйкеліс шартының өзгерісі деформация кезіндегі пішін өзгерісін қатты өзгертуі мүмкін. Бұл жерден байқайтынымыз бөлшекті өңдеу кезіндегі үйкеліс күшінің әсерін зерттеу өте маңызды екенін аңғарамыз. Үйкеліс күші, түйісетін екі қатты денені бір - біріне қатысты қозғалысы кезінде пайда болады. Яғни дайындама бетінде түйісетін жерде қозғалысқа қарама-қарсы күш пайда болады, ол өз ретінде дайындаманың аспапқа қатысты қозғалысын қиындатып бөлшектің сапасына әсер етеді. Ал аспаптың түйісу бетінде активті үйкеліс күші пайда болады, ол аспапты дайындама бағытымен алып кетуге тырысады, нәтижесінде тозу болады.

Машина бөлшектерінің үйкелісі кезінде үйкелісетін беттердің субмикроскопиялық көлемінде және макро, микро-да өтетін күрделі үдерістер пайда болады.

Сыртқы үйкеліс үдерісіндегі масштабты әсердің рөлін алғаш рет Б.И. Костецкий қарастырған. Оның деректеріне сүйенсек үйкелісетін беттердің өлшемдерінің өзгеруінен нақты тозудың мәні жеке жағдайларда алпысқа дейін өзгеруі мүмкін. Нақты тозудың мұндай үлкен өзгерісін автор жылу үдерісі көрсеткіштерінің өзгерісімен, нақты түйісу ауданымен және түйісу бетінің тазалығымен түсіндіріледі.

Басқа да жұмыстар қатарында дәл осындай механикалық көрсеткішке (пластикалық, тозуға беріктік, кесуге сезімталдылық және т.б.) үйкеліс жұптарының абсолютті өлшемдерінің әсері айтылып өтеді. Тозуға беріктік масштабты факторға байланысты екі есеге дейін өзгеруі мүмкін екендігі көрсетілген.

Түйісудің масштабының, механикалық деформациялық құрамды түзуші, суммарлық күш және сыртқы үйкеліс коэффициентінің өлшемі сыналатын үлгілердің беріктік қасиеттерінің өзгеруін ескере отыра зерттелді. Үлгілердің үш сериясына жүргізілген зерттеу нәтижелері, алдын-ала деформациялық және фазалық беріктендіруде индентормен түйісуде, жұмыс бөлігінің радиусы әр түрлі болған уақытта. Масштабты фактор, сыртқы үйкеліс күшінің (коэффициенттің) түзілуіне негізделген, үйкеліс үдерісінің сандық және сапалық көрсеткішіне күрделі әсер етеді [2].

Зерттеу әдістері

Үйкеліс үдерістерін зерттеу үшін, жеке үйкеліс күшінің құрамдас бөліктерін анықтау үшін жоғары сезімтал трибометрлер қолданылды. № 1 микротрибометрдің жалпы көрінісі мен сұлбасы 1 суретте көрсетілген [3].

Трибометрдің жұмыс торабы төменгі жазық үлгіден, қозғалмалы 6 үстелге бекітілген және ползунда, ілгермелі қозғалыс жасайтын. Үстелмен бірге ползунның қозғалуы электрлік қозғалтқышпен 21 тұрақты токпен төмендеткіш арқылы атқарылады. Конструкциялық

орындалуына байланысты қозғалмалы үстел үлгімен бірге 6 өзінің қозғалыс бағытына перпендикуляр қозғала алады. Бұл индентордың жоғары үлгісін жұмыс бетінің кез-келген нүктесінде төменгі үлгімен түйісуге мүмкіндік береді. Екінші үлгі-индентор тұтқада орнатылған 8, ол өз ретінде ұштірек пен аралық тұрыққа 9 байланысты өзара перпендикуляр жазықтықтарда бұрылыс жасай алады. Тұтқаның қарама-қарсы бетінде консольді түрде өлшегіш болат пластина 11 бекітілген, оған провалкалы тензөлшегіш бекітілген 12 қарсыластығы 128 Ом және 25 мм. Өлшегіш пластиналар алынбалы болады және күш мөлшеріне байланысты таңдалып алынады [4]. Микротрибометрдің жалпы көрінісі мен сұлбасы 1 суретте көрсетілген. Жазық үлгіге инденторды баяу түсіру үшін винт 16 қарастырылған. Өлшегіш пластинасы бар тұтқаның жүрісін көлденең жазықтықта шектеу тіректің 4 арқасында жүргізіледі. Инденторға нормаль күштің берілісі тура, жүктемелер 25 арқылы жүргізілді, тұтқа алаңына жоғарыдан салып отырып. Өлшем пластинкалы тұтқа жүктемелерді таңдау арқылы тепе-теңдік сақтайды. Тангенциалды күш салу серпімді пластинаның иілуімен өлшенді. Төменгі жазық үлгіні қозғау нәтижесінде, үйкеліс күші тұтқаны вертикаль осьті айналдыра қозғалады, соның нәтижесінде тензоөлшегіші бар өлшегіш пластинаны иіп өтіп, бұл өз ретінде мосттың тепе-теңдігінің бұзылуына және токтардың пайда болуына әкеледі. Олар 8 АНЧ-7м күшейткішімен күшейе түседі 13 және тура көрсететін М95 типті микроамперметрмен 15, Н 700 типті шлейфті осциллографтармен, МПО 14 тіркеледі [5].

- 1 – плита; 2 – бұранда; 3 – сырғыма; 4 – индикатор; 5 – үстел; 6 – қозғалмалы үстел; 7 – жоғарғы үлгі-индентор; 8 – тұтқа; 9 – аралық тұрық; 10 – үштірек; 11 – пластина; 12 – сымды тензөлшегіш; 13 – АНЧ-7м күшейткіш; 14 – Н 700 типті шлейфті осциллограф; 15 – микроамперметр; 16 – бұранда; 17 – трансформатор; 18 – түзеткіш; 19 – кернеуді тұрақтандырғыш; 20 – өшіргіштер; 21 – электрқозғалтқыш; 22 – төмендеткіш; 23 – тегіс төменгі үлгі; 24 – тұрық; 25 – жұткеме

Мұндай әдіспен күшейтілген тензоөлшегіш сигналдары М95 микроамперметр көрсеткіштерінен түсірілді немесе осциллографқа жазылды. Екі осциллографтың қолданылуы тек қана зерттеудің басынан аяғына дейін үйкелістің сандық көрсеткіштерінің өзгерісін жазуға ғана емес, сонымен қатар жоғары жылдамдықта жеке ең қызық сәттерді тіркеу үшін қажет.

Соққыларды, жұмыс торабында дірілді болдырмау үшін, электрқозғалтқыш пен төмендеткіш платада аралық резинка амортизаторлар арқылы орналасады, ал қозғалыс берілісі винттік үйкеліс торабының жұбына арнайы иілгіш муфта, төрт резинка амортизатордан тұрады, арқылы жүргізілді.

Трибометр конструкцисы жеңіл,компактілі, зертхана жағдайында сыртқы үйкеліс күшін зерттеуге ыңғайлы. Жұмыс кезінде өте жоғары эксплуатациялық көрсеткіштер көрсетті.

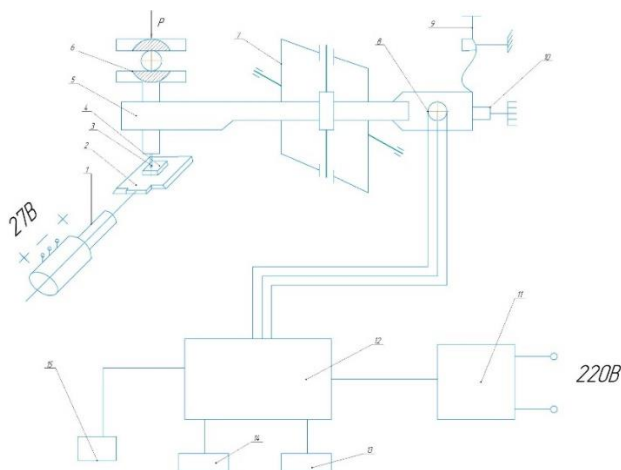
Жоғары жүктемелі түйісу нүктесіндегі үйкеліс күшінің құрамдас бөліктерін жеке-жеке өлшеп зерттеу үшін № 2 трибометр қолданылды, жалпы көрінісі және басты сұлбасы 2 және 3 суреттерде көрсетілген.

Сырғыма (ползун) 2, тарту күші 5000 Н дейінгі электрмеханизм 1, басқару пульті мен трибометрдің өлшегіш бөлігі бір платаға орнатылған, ол өз ретінде гидравликалық пресстің штогында қатаң бекітілген. Тегіс төменгі үлгі 4 құрылғының көмегімен қозғалыссыз ползунға бекітіледі, жоғарғы үлгі-индентор 3 өлшегіш балка 5 тұтқасының алдыңғы жағында орнатылады. Түйісуге нормаль жүктеме жүктердің көмегімен беріліп отырды.

Үйкеліс жұбының салыстырмалы жылдамдығының өзгерісі $3 \cdot 10^{-4}$ нен $6 \cdot 10^{-1}$ м/с диапазоны аралығында, электрқозғалтқыштардың клеммаларындағы кернеуді реттеу арқасында жүргізілді.



2 сурет – Микротрибометрдің жалпы көрінісі



- 1 – электрмеханизм; 2 – сырғыма; 3 – жоғарғы үлгі-индентор; 4 – тегіс төменгі үлгі; 5 – өлшегіш балка;
6 – жүктеме; 7 – аралық тұрық; 8 – сымды тензөлшегіш; 9 – бұранда; 10 – тұтқа; 11 – микроамперметр;
12 – АНЧ-7м күшейткіш; 13 – индикатор; 14 – өшіргіш; 15 – Н 700 типті шлейфті осциллограф

3 сурет – Микротрибометрдің сұлбасы

Егер үйкеліс күшін өлшеу экспериментпен қарастырыламаса, трибометрдің өлшегіш бөлігі бөлшектенді, ал жоғарғы үлгі арнайы ұстағыштың көмегімен траверске бекітілді. Бұл жерде нормаль жүктеме гидравликалық пресспен жасалды, ол $4 \cdot 10^4$ Н-ға дейін жүктеме бере алады. Жүктемеге бақылау бұл жағдайда үлгілі манометрмен жүргізіледі. Манометрдің көрсеткіштері мен гидравликалық пресс штогының аудан өлшеміне байланысты таралау

графикі құрылды. Үйкеліс күші дәл осындай сұлбамен өлшенді, бірінші трибометрде сипатталған. Бүкіл жүйені электротогымен қамтамасыз ету арнайы қоректендіру блогы арқылы жүргізілді. Конструкциялық орындалуына байланысты №2 трибометр жеңіл және эксплуатацияда сенімді.

Зерттеу нәтижелері

Материал ретінде зерттеуге кең таралған конструкциялық болат 45 таңдалып алынды. Бұл болаттың таңдалуы келесідей көрсеткіштермен негізделген:

- жоғары икемділік қасиеттерінің болуы, бұл оны тіпті суық калпында пластикалық деформациялауға мүмкіндік береді;
- термиялық өңдеуге жақсы икемділігі (шынықтыруға, беріктендіруге) оның химиялық құрамында көміртегінің жоғары болуына байланысты;
- белгілі беріктендіру технологияларын қолдана отырып кең диапазонда беріктік қасиетін бір химиялық құрылымда өзгерту мүмкіндігі.

Болат 45 беріктік қасиеттерін өзгерту механикалық (деформациялық) және фазалық (термиялық) беріктендіру арқылы өзгертілді. Механикалық беріктендіру (наклеп) металлды прокаттық станда (прокатка әдісі) суық пластикалық деформациялау және үлгін бір өстік 100-тонналық статикалық машинасында сығу нәтижесінде іске асырылды (сығу әдісі). Деформациялық беріктендірудің алдында металлдың бірқалыпты жағдайын алу үшін, үлгілер шойын жоңқалар жинақталған контейнерде 5 сағат бойы 890°C күйдіріледі ары қарайда пешпен бірге салқындатылады [7].

Металлдың механикалық наклеп дәрежесі 10 арқылы берілді. Барлығы жеті кезең 0 – дан 60%-ға дейін. Яғни, деформациялық беріктендірудің әр бір түріне жеті сериялы үлгі жасалды. Алдын-ала фазалық беріктендіру кәдімгі шынықтыру арқылы жүргізілді және ары қарайға төмендету арқылы режимге байланысты, бірінші кестеде көрсетілген.

Беріктенбеген жағдайда металлдың беріктік құрылымын анықтау үшін, олардың деформациялық және фазалық беріктендіру кезінде ең оңай және танымал әдіс, металлдың қаттылығын тексеру қолданылды. Қаттылықты тексерудің оңтайлығына байланысты оны тәжірибеде металлдар мен қорытпалардың салыстырмалы қаттылығын анықтау үшін кең қолданады. Үлгілердің жұмыс бетінің қаттылығын тексеру Роквелл әдісімен жүргізілді (В және С шкаласы). Қаттылықты анықтағанда он өлшемнің орташа мәні алынды, ол 1 кестеде көрсетілген.

1 кесте – Болат 45 жасалған үлгілердің термиялық өңдеу режимдері

Болат маркасы	Шынықтыру температурасы, °C	Суыту ортасы	Серия нөмірі	Босату температурасы, °C	Босату кезіндегі ұстап тұру уақыты	Босату кезіндегі суыту орталығы
45	820	су	1	-	-	-
			2	200	120 мин	Май
			3	400	17 мин	Ауа
			4	600	17 мин	Ауа
			5	700	17 мин	Ауа

Үлгілердің бірінші және екінші сериясы, пластикалық деформациялаумен беріктенген прокатка және бір өсті статикалық сығу, әр түрлі биіктікке ие болды деформация дәрежесіне және тұрақты 16 мм-ге тең еніне байланысты.

Үшінші фазалық беріктендірілген үлгі сериясы келесідей өлшемдерге ие болды: Ø14 мм, h=12 мм.

Күйдіру алдында және алдын-ала беріктендіру алдында барлық үлгілердің жұмыс беттері жазық ажарлау станогында өңделді, кесу тереңдігі аз жағдайда және суыту кең болған ретте. Алдын-ала беріктендіруден кейін жұмыс беттері жоғары тазалық классына дейін өңделді 0,04. Механикалық өңдеу үдерісіндегі жинақталған металлды жұқа қабаты (Бейбли қабаты) электролиттік жылтыратумен тазаланды [8]. Болат 45 материалынан жасалған үлгілердің термиялық өңдеу режимдеріне байланысты пластикалық деформациялану дәрежесі 2 кестеде көрсетілген.

Контрдене ретінде сфералық инденторлар қолданылды болат ШХ-15 жасалған, HRC 62 дейін термиялық өңделген, металлокерамикалық материал ВК-8, корунд.

2 кесте – Болат 45 материалынан жасалған үлгілердің термиялық өңдеу режимдеріне байланысты пластикалық деформациялану дәрежесі

Серия нөмірі	Фазалық беріктендірудегі термоөңдеу режимдері	Роквелл бойынша қаттылық, HRC шкаласы	Механикалық беріктендіру			
			прокаткамен		сығумен	
			Деформация дәрежесі, ε , %	Роквелл бойынша қаттылық, HRC шкаласы	Деформация дәрежесі ε , %	Роквелл бойынша қаттылық, HRC шкаласы
1	Шынықтыру (отпусксыз) Шынықтыру және (отпуск) $T=200\text{ }^{\circ}\text{C}$	60	0	46	0	46
2	$T=400\text{ }^{\circ}\text{C}$	55,7	10	64,5	10	63,4
3	$T=600\text{ }^{\circ}\text{C}$	47,5	20	68,1	20	66,9
4	$T=700\text{ }^{\circ}\text{C}$	34	30	69,1	30	68,2
5		25	40	69,3	40	69,6
			50	70	50	69,9
			60	70,8	60	71,1

Инденторлар мен ползундар жұмыс бөлігінің радиусының айналымдары кішкентай болды, 50, 400, 750 мкм тең, өз ретінде үйкеліс үдерісі кезінде нақты түйісу ауданының өзгеруін болдырмады. Үш сфералық инденторды таңдаудың мақсаты, масштабтық фактордың сыртқы үйкеліс күшінің түзілуіне әсерін зерттеу [9].

Инденторлардың жұмыс беті 0,04 дейінгі тазалық классына дейін өңделді.

Қаттылықтың әр түрлі химиялық құрамнан тұратын материалдардың үйкеліс күшіне (коэффициент) әсер ету заңдылығын тексеру үшін келесілер таңдалды: баббит Б-83, жез ЛС59-1, қола БрАЖМц10-8-1,5, шойын СЧ12-28, болаттар Х18Н10Т және 80ХГСНА, 3 кестеде көрсетілген қаттылыққа ие болды.

3-кесте – Өртүрлі химиялық құрамнан тұратын материалдардан жасалған үлгілердің қаттылығы

Материал атауы	Материал маркасы	Бринелль бойынша қаттылық (НВ)
баббит	Б-83	30
жез	ЛС59-1	80
болат	Х18Н10Т	130
қола	БрАЖМц10-8-1,5	180
Шойын	СЧ12-28	230
болат	80ХГСНА	280

Сырғанау сызықтары мен үйкеліс кезіндегі текстілеудің пайда болуын зерттеу таза мыс МСО және Аlсо жаслаған үлгілерде жүргізілді. Берілген үлгілер тікбұрышты пішінде жасалды: квадрат 14×14 мм, биіктігі $h=12$ мм, жұмыс беттері болат 45-тен жасалған үлгілер өңделген әдіспен өңделді.

Алдын-ала металлофторропластты лентаны деформациялық беріктендіру, оның ұштіректерге арналған төлкелерді дайындау кезінде дөңгелекке айналар алдында 100-тонналық статикалық машинада жазық плиталар астында деформациялану дәрежесіне өткізілді -10, 20, 30, 40, 50, 60 %. Деформациялану дәрежесіне байланысты металлофторропласттілі лента 8 кестеде көрсетілген сандық қаттылықтарға ие [10] .

Жұмыс беттерін беріктендіретін өңдеу тартумен (ψ_B) арнайы жасалатын төлкелердің жұмыс қуысы арқылы тартылып, тұрыққа қатаң отырғызылған.

4 кесте – Пластикалық деформациялану дәрежесіне байланысты металлофторопласттардан жасалған үлгілердің қаттылығының өзгерісі

Серия нөмірі	Деформациялану дәрежесі ϵ , %	Бринелль бойынша қаттылық (НВ)
1	0	34,8
2	10	39,9
3	20	44,8
4	30	49,7
5	40	55,1
6	50	60,0
7	60	59,7

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Үйкеліс үдерісінің сандық көрсеткіштері, үйкелісетін материалдардың беткі қабаттарының сапалық күйінің өзгеруімен тығыз байланысты болғандықтан (қаттылық, жұқа құрылымның өзгеруі және т.б.), таңдалған әдістің негізіне кешенді зерттеу әдісі таңдалған. Бұндай әдістің негізгі ретінде үйкелістің сандық және сапалық көрсеткіштерін кешенді зерттеу болып табылады. Алдын-ала деформациялық беріктендірудің әсерін зерттеу, металлофторопластты сығу арқылы және тегістеп-беріктендіргіш жұмыс беттерін төлкелердің және ұштірек вкладыштарын үйкеліс үдерістері және беткі қабаттардың тозуы, ілгермелі-айналмалы сырғуды нақты жағдайда ұштіректің қозғалысын имитациялайды. Циклдағы жүктеме 10-нан 130 МПа-ға дейін өзгерді, сырғу жылдамдығы -0,01 м/с. Зерттеу алдында тегіс үлгілер мен инденторлардың жұмыс беттері балшықтан бензинмен тазаланды, ректификат – спиртпен жуылды және кептірілді.

Қорытынды

Үйкелісетін жұптарға түйісу масштабының сыртқы үйкеліс күшінің түзілуіне әсеріне байланысты жасалған зерттеулер келесідей қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Түйісу масштабы сыртқы үйкеліс (коэффициентіне) күшіне айтарлықтай ықпал етеді. Индентордың жұмыс бөлігінің радиусын R 50-ден R 750 мкм-ге аралығындағы қалыпты жүктемемен ($P=0.2-1.2H$) ұлғайтуда үйкелісетін материалдардың қаттылығына байланысты сыртқы үйкеліс коэффициентінің төмендеуі, тұрақты болуы және өсуі мүмкін. Үйкелістің деформациялық үдерістерінің даму көрсеткіштеріне сандық және сапалық масштабы әсер етеді. Олар өз ретінде механикалық деформация құраушыларын, соммарлы күш және үйкеліс коэффициентінің өлшемін түзуші беттік байланыстардың түзілуіне әсер етеді. Машина бөлшектерінің үйкеліс тораптарын жасауда масштабты фактордың сыртқы үйкеліс күшінің (коэффициентінің) және тозудың мөлшеріне әсерін ескерген жөн. Бұл қозғалыста болатын тораптардың материалдарын және өлшемдерін оңтайландырылған антифрикционды және тозуға тұрақтылық қасиеттерімен негізделген таңдау жасауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Экономический курс Справедливого Казахстана», областная общественно-политическая газета «Ақмолинская правда», 01.09.2023.
2. Niemann G. The measurement of surface temperatures on gear teeth / G. Niemann, G. Lechner // Paper ASME. – 1964. – Lubr. 17. – P. 1-11.
3. Toenshoff H.K. Chip Formation at High Cutting Speeds / H.K. Toenshoff, H. Wincler, M. Patzke // ASME PED. – 1984. – V. 12. – P. 95-104.
4. Tsutsumi C. High-quality machining of ceramics / C. Tsutsumi, K. Okana, T. Suto // J. Mater. Process. Technol. – 1993. – V. 37. – № 1/4. – P. 639-654.
5. Uehara K. Cutting ceramics with a technique of hot machining / K. Uehara, H. Takeshita // Annals of CIRP. – 1986. – V. 35. № 1. – P. 55-58.
6. Ultraprecision metal cutting – the past, the present and the future / N. Ikawa et al // Annals of CIRP. – 1991. – V. 40. № 2. – P. 587-594.
7. Дроздов Ю.Н. Противозадирная стойкость трущихся тел / Ю.Н. Дроздов, В.Г. Арчegov, В.И. Смирнов. – М.: Наука, 1981. – 139 с.

8. The effect of the nature of friction surface and Lubricant on the absorption and temperature stability of lubricant layers / R.M. Matveevsky & oth. – 1977. – Wear. 45. – P. 143-150.
9. Смазочные материалы. Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний. Справочник / Р.И. Матвеевский и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 217 с.
10. Гаркунов Д.Н. Триботехника, износ и безизносность. – М.: Издательство МСХА, 2001. – 616 с.

References

1. Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazakhstana «Ehkonomicheskii kurs Spravedlivogo Kazakhstana», oblastnaya obshchestvenno-politicheskaya gazeta «Akmolinskaya pravda», 01.09.2023. (In Russian).
2. Niemann G. The measurement of surface temperatures on gear teeth / G. Niemann, G. Lechner // Paper ASME. – 1964. – Lubr. 17. – P. 1-11. (In English).
3. Toenshoff H.K. Chip Formation at High Cutting Speeds / H.K. Toenshoff, H. Wincler, M. Patzke // ASME PED. – 1984. – V. 12. – P. 95-104. (In English).
4. Tsutsumi C. High-quality machining of ceramics / C. Tsutsumi, K. Okana, T. Suto // J. Mater. Process. Technol. – 1993. – V. 37. – № 1/4. – P. 639-654. (In English).
5. Uehara K. Cutting ceramics with a technique of hot machining / K. Uehara, H. Takeshita // Annals of CIRP. – 1986. – V. 35. № 1. – P. 55-58. (In English).
6. Ultraprecision metal cutting – the past, the present and the future / N. Ikawa et al // Annals of CIRP. – 1991. – V. 40. № 2. – P. 587-594. (In English).
7. Drozdov YU.N. Protivozadirnaya stoikost' trushchikhsya tel / YU.N. Drozdov, V.G. Archegov, V.I. Smirnov. – M.: Nauka, 1981. – 139 s. (In Russian).
8. The effect of the nature of friction surface and Lubricant on the absorption and temperature stability of lubricant layers / R.M. Matveevsky & oth. – 1977. – Wear. 45. – P. 143-150. (In English).
9. Smazochnye materialy. Antifriktsionnye i protivoznosnye svoistva. Metody ispytaniy. Spravochnik / R.I. Matveevskii i dr. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 217 s. (In Russian).
10. Garkunov D.N. Tribotekhnika, iznos i beziznosnost'. – M.: Izdatel'stvo MSKHA, 2001. – 616 s. (In Russian).

Ж.А. Сергибаева*, Г.Б. Абдилова, Б.Б. Кабулов, А.Е. Еренгалиев, М.Е. Шаменов

Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: jadra1980@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СИЛ ТРЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

В статье написано о том, что при трении возникают сложные процессы, протекающие в субмикроскопическом и в макро, микро объеме трущихся поверхностей. Образование физического рельефа, поверхностных связей зависит от макро, микро и субмикроскопических показателей сопряженных тел. Эти показатели определяют фактическую площадь контакта, интенсивность и свойство упруго-пластического сдвига, адсорбцию, диффузию, тепловыделение и другие условия в месте контакта. При проектировании деталей узла трения в различных отраслях машиностроения, приборостроения, а также важно знать влияние трения материалов разной прочности на фактическую площадь контакта на закономерность формирования силы внешнего трения. На основании исследований ученых о роли масштабного воздействия в процессе внешнего трения доказано, что износостойкость зависит от масштабного фактора. При изготовлении узлов трения деталей машин учитывалось влияние масштабного фактора на силу (коэффициент) внешнего трения и величину износа. Это обусловлено оптимизированными антифрикционными и износостойкими свойствами материалов и размеров узлов, находящихся в движении. Поэтому было установлено, что лучше проводить расчеты конструктивного характера, что позволяет увеличить прочность и снизить вес конструкции.

Ключевые слова: деформация, фрикцион, адгезия, индентор, микрорезание, масштабный фактор.

THE EFFECT OF FRICTION FORCES ON THE SURFACE TREATMENT OF PARTS

The article says that when friction occurs, complex processes occur in the submicroscopic and in the macro, micro volume of the rubbing surfaces. The formation of physical relief and surface connections depends on the macro, micro and submicroscopic parameters of the conjugated bodies. These indicators determine the actual contact area, the intensity and property of elastic-plastic shear, adsorption, diffusion, heat generation and other conditions at the contact site. When designing friction unit parts in various branches of mechanical engineering, instrumentation, and it is also important to know the effect of friction of materials of different strengths on the actual contact area on the pattern of formation of the external friction force. Based on research by scientists on the role of large-scale impact in the process of external friction, it is proved that wear resistance depends on the scale factor. In the manufacture of friction units of machine parts, the influence of the scale factor on the force was taken into account (coefficient) of external friction and the amount of wear. This is due to the optimized anti-friction and wear-resistant properties of materials and sizes of nodes in motion. Therefore, it was found that it is better to carry out calculations of a constructive nature, which allows you to increase the strength and reduce the weight of the structure.

Key words: deformation, friction, adhesion, indenter, micro-cutting, scale factor.

Авторлар туралы мәліметтер

Жадра Ахметовна Сергибаева* – «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының PhD докторанты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: jadra1980@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Галия Бекеновна Абдилова – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Болат Бейсенғалиевич Кабулов – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Амангельды Еренғалиевич Еренғалиев – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының профессоры, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: erengaliev48@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6653-9730>.

Мерей Ерболович Шаменов – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар мен машинажасау» кафедрасының оқытушысы, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, e-mail: shmerei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7054-7302>.

Сведения об авторах

Жадра Ахметовна Сергибаева* – PhD докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: jadra1980@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Галия Бекеновна Абдилова – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Болат Бейсенғалиевич Кабулов – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Амангельды Еренғалиевич Еренғалиев – кандидат технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: erengaliev48@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6653-9730>.

Мерей Ерболович Шаменов – кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение», Университет имени Шакарима города Семей, e-mail: shmerei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7054-7302>.

Information about of authors

Zhadra Sergibaeva* – PhD student of the The Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1248-1304>.

Galiya Abdilova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the The Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Bolat Kabulov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the The Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Amangeldy Yerengaliev – Candidate of Technical Sciences, Professor of the The Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: erengaliev48@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6653-9730>.

Merey Shamenov – Candidate of Technical Sciences, teacher of the The Department of technological equipment and machine engineering, Shakarim Semey University, e-mail: shmerei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7054-7302>.

Редакцияға енуі 15.02.2024

Өңдеуден кейін түсуі 27.03.2024

Жариялауға қабылданды 08.04.2024