

**ЖІБЕРІЛЕТІН ҚАТЕЛІКТІ НОРМАЛАУ ЖӘНЕ БЕТТЕРДІҢ  
ПІШІНІ МЕН ОРНАЛАСУЫНЫҢ АУЫТҚУЫН БАҚЫЛАУ  
КЕЗІНДЕ ӨЛШЕУ ҚҰРАЛДАРЫН ТАҢДАУ**

**Бұғыбай Аман Еженханұлы**

Aman92kz@mail.ru

Магистрант, М-130 тобы, «Стандартизация, сертификация и метрология» кафедрасы  
Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – К.Ж.Киргизбаева

Жөндеу кезінде міндетті ақауға жататын жауапты бөлшектер беттерінің элементтерінің пішіні мен орналасуының ауытқуы қосылыстардың пайдалану қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді. Бекітілген қосылыстарда бұл ауытқулардың үлкен мәндері қосылыстардағы кернеудің біркелкі болмауына әкеледі, бұл қосылыстың беріктігін, тығыздығын және орталықтандыру дәлдігін төмендетеді. Ал жылжымалы қосылыстарда бұл түйсетін беттердің тозуына және беріктіктің төмендеуіне әкеледі.

Академик В. А. Черноивановтың айтуынша, иінді біліктің конустығын, ер-тоқымын және сопақтығын 0,01-ден 0,006 мм-ге дейін азайту лайнерлердің ресурсын 2,5...4 есе арттыруға мүмкіндік береді, дәл осындай ережелер техникадағы біріктірілген қосылыстарға да қатысты. 1-диссертацияда иінді біліктің негізгі тіректерінің туралануынан ауытқу қозғалтқыштың жұмысына айтарлықтай әсер ететіндігі дәлелденді (кесте. 1).

*Кесте 1*

**Иінді біліктің негізгі тіректерінің осінен ауытқудың ЗИЛ-130 қозғалтқышының пайдалану көрсеткіштеріне әсері**

Көрсеткіші	Иінді біліктің негізгі тіректерінің сәйкес келуінен ауытқу көрсеткіштерінің мәні, мм			
	0,02	0,05	0,1	0,2
Қозғалтқыш қуаты, кВт	106,1	105,8	105,4	104,0
Отынның меншікті шығыны, мкг / Дж	98,9	99	101,0	103,0
Біркелкі емес жұмыс коэффициенті	0,95	0,95	0,94	0,93

Беттердің пішіні мен орналасуының ауытқу нормаларын сақтамау еңбек сыйымдылығының өсуіне және құрастыру дәлдігінің төмендеуіне, фитинг операцияларының көлемін ұлғайтуға және қозғалтқыштардың ұзақ қызмет ету көрсеткіштерінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Машиналар мен механизмдер теориясы тұрғысынан осы ауытқулардан туындаған кинематикалық байланыстардың қателіктеріне байланысты жеке бөлшектер мен қосылыстар қосымша статикалық және динамикалық жүктемелер пайда болуы мүмкін, бұл бөлшектердің тез тозуына және шаршауына әкеледі. Күрделі жөндеуге қойылатын техникалық талаптарда және беттердің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылау үшін қозғалтқыштарды жөндеу жөніндегі анықтамалықтарда, әдетте, сызықтық өлшемдерін бақылау үшін бірдей өлшеу құралдарын қолдану ұсынылады (кесте. 2). 2-кестенің деректерінен пішін ауытқуларын және беттердің орналасуын бақылау үшін өлшеу құралдарын таңдау кезінде бақыланатын параметрдің

рұқсат етілген қателігі мен өлшеу түрі ескерілмейді деп қорытынды жасауға болады. 2-кестеде қарастырылған бақыланатын параметрлердің шамалары жанама өлшеулердің нәтижелерін есептеу формулалары арқылы анықталады. Сондықтан өлшеу құралдарын таңдағанда бақыланатын параметрді есептеу формуласын ескеру қажет.

**Кесте 2 Беттің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылауға арналған ұсынылатын бақылау-өлшеу аспаптары**

Бақыланатын параметр	Бақылау-өлшеу аспаптары мен аспаптары				Қолдану саласы (қозғалтқыш маркасы)
	Атауы	Өлшеу диапазоны, мм	Бөлу бағасы, мм	Қателік, мкм	
Иінді біліктің мойындарының сопақтығы және конустығы	Микрометрлер: МК-75-1	50...70	0,01	±10	Барлық маркалар
	МК-100-1	75...100	0,01		
	МК-125-1	100.125	0,01		
	МК-200-2	175...200	0,01		
Цилиндр гильзалары саңылауының сопақтығы және конустық пішіні	Индикаторлық нутрометр НИ-160	100...160	0,01	±25	Барлық маркалар
Цилиндр гильзаларының қондыру белдеулерінің сопақтығы	Микрометрлер: МК-150-1	125...150	0,01	±10	Барлық маркалар
	МК-175-1	150...175	0,01		
Жалпы оське салыстырмалы түрде ұру: байырғы мойын; беріліс астындағы беттер	Орталықтарда бақылауға арналған индикаторлық құрал	0...2	0,01	±10	ЯМЗ-238 ЯМЗ-240
Оське қатысты соғу шеткі байырғы тіректер:	Кешенді пайдалануға арналған индикаторлық құрылғы призмадағы бақылау	0...2	0,002	±6	СМД-60 СМД-14
	Призмадағы индикаторлық құрал	0...2	0,01	±10	ЯМЗ-238 ЯМЗ-240
Ортаңғы байырғы мойындар;	Тұтқыш кронштейн СР-50	25...50	0,002	±5	Барлық маркалар
Шкив астындағы беттер	Индикаторлық нутрометр НИ 154	50...100	0,002	±5	Барлық маркалар

Қозғалтқыштарды жөндеу кезінде беттердің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылау үшін өлшеу құралдарын таңдауға ғылыми негізделген бірыңғай тәсілдің болмауы маңызды бөліктердің беттерінің пішіні мен орналасуының ауытқуы сияқты маңызды параметрлерді бақылауды метрологиялық қамтамасыз етуді жақсарту бойынша ұсыныстар жасау жұмысын өзекті етеді. Бұл ақаулық кезінде өте маңызды, өйткені тозған бетті талдау нәтижесінде жаңа немесе тозған бөлікке қосылған кезде оны одан әрі пайдалану үшін жарамдылық туралы қорытынды жасалады. Зерттеудің мақсаты мен міндеттері: қозғалтқыштарды жөндеу кезінде бөлшектердің беттерінің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылауды метрологиялық қамтамасыз етуді жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеу. Осы мақсатқа жету үшін бөлшектердің беттерінің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылау үшін өлшеу құралдарын таңдау критерийлерін оларды тікелей емес, жанама өлшеу нәтижесі ретінде есептеу формуласын ескере отырып анықтау қажет; Қозғалтқыштың жаңа бөлшектері мен ақауына түсетін бөлшектердің беттерінің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылау үшін өлшеу құралдары қателігінің шекті мәндерін есептеу; алынған мәндерге анықтамалық әдебиетте ұсынылған өлшеу құралдарының қателік мәндерімен салыстырмалы талдау жүргізу.

**Материалдар мен әдістер.** Қозғалтқышты жөндеу кезінде бөлшектердің беттерінің пішіні мен орналасуының ауытқуын өлшеу қателігін бағалау үшін, сондай-ақ өлшеу құралдарын таңдау критерийлерін анықтау үшін ықтималдық теориясы мен математикалық статистика, дәлдік теориясы және өзара алмасу элементтері қолданылды. Жанама өлшеулердің нәтижелері және өлшеу қателігі (бөлшектердің беттерінің пішіні мен орналасуының ауытқуы) функционалдық тәуелділікпен өлшенетін мәндермен (бөліктің диаметрлері) байланысты кездейсоқ шамалар ретінде қарастырылды.

**Нәтижелер мен талқылау.** ГОСТ 2.308-2011 сәйкес "Құрылымдық құжаттаманың бірыңғай жүйесі (ҚҚБЖ). Беттің пішіні мен орналасу шектерін көрсету" цилиндрлік сопақ және конус бөлшектердің беттері жалпы түрде пішіннің ауытқуы (EF) болып табылады. Сопақша мен конустың есебі формула бойынша жасалады:

$$EF=0,5(d_{\max}-d_{\min}), (1)$$

Мұндағы ( $d_{\max}$  – бөліктің ең үлкен өлшемі;  $d_{\min}$  – бөліктің ең кіші өлшемі).

Кез келген формула бойынша есептелген өлшеу нәтижесінің қателігі жартылай туынды терминдердің шамаларының әсерінен және бақылау кезінде қолданылатын өлшеу құралдарының қателіктерінің, формулаға кіретін параметрлердің болуынан қалыптасады. Формулаға кіретін белгілі бір параметрдің өлшеу құралының қателігін  $\pm\Delta$  шекаралары бар ажыратылмаған жүйелік қателік ретінде қарастыруға болады. (1) параметрлер арасындағы сызықтық байланыс кезінде жанама өлшеу нәтижесінің ( $\pm\theta P$ ) бөлінбеген жүйелік қателігінің сенімділік шектерін мына формула бойынша есептеуге болады:

$$\pm\theta_p = \frac{k\sqrt{2\cdot\Delta^2}}{2}, (2)$$

мұндағы  $\Delta$ -бөлшектің өлшемін өлшеу қателігі;  $k$ -түзету коэффициенті.

МИ 2083-90 "Өлшеулер жанама. Өлшеу нәтижелерін анықтау және олардың қателіктерін бағалау" сенімді ықтималдық кезінде  $P = 0,95$   $k$  түзету коэффициенті 1,101-ге тең деп қабылданады. Сенімді ықтималдық кезінде  $P = 0,99$   $k$  түзету коэффициенті, егер жиынтықталатын құрамдастардың саны  $m = 2$  болса, 1,276-ға тең деп қабылданады. Сопақтық пен конустық сәйкестікті бақылау үшін өлшеу құралын таңдаған кезде бақыланатын параметрді өлшеу қателігі (2) сопақтық пен конустық өлшемді өлшеу қателігінен аз немесе оған тең болуы керек. Бақыланатын шамалардың деректері үшін (сопақша және конус тәрізді) өлшеудің рұқсат етілген қателігі анықталмаған және оны есептеу үшін метрологиялық сәйкестікті қолданған жөн:

$$\pm \varepsilon = 0,33 T, \quad (3)$$

мұндағы  $\varepsilon$  – өлшеудің рұқсат етілген қателігі;  $T$  - бақыланатын параметрге төзімділік.

Беттердің пішіні мен орналасуының ауытқуларын талдау кезінде бақыланатын параметрге рұқсат беру үшін техникалық құжаттамаға сәйкес сопақтық пен конустың нормаланған ауытқуының шамасын қабылдауға болады. Сонымен, сопақша мен конустық пішінді бақылауға арналған өлшеу құралдары келесі шарт бойынша таңдалуы керек:

$$\pm \Delta_{\text{lim}} \leq \pm \varepsilon, \quad (4)$$

мұндағы  $\pm \Delta_{\text{lim}}$  – қолданылатын құралды өлшеудің рұқсат етілген қателігі.

Демек, сопақша мен конусты бақылау үшін өлшеу құралын таңдау шарты келесідей болады:

$$\pm \Delta_{\text{lim}} = \frac{2\sqrt{2} \cdot \varepsilon}{k}, \quad (5)$$

Жалпы түрдегі соққы бөлікті  $360^\circ$  бұру кезінде құрылғының ең үлкен және ең кіші көрсеткіштерінің арасындағы айырмашылық ретінде анықталады, яғни  $d_{\text{max}} - d_{\text{min}}$ . Осындай тәуелділікте соққы қателігі келесі формула бойынша есептеледі:

$$\pm \Delta_{\text{lim}} \leq \frac{\varepsilon \cdot k}{\sqrt{m}}, \quad (6)$$

мұндағы  $m$ -қажетті мәнмен байланыс теңдеуіне кіретін дәлелдер саны (біздің жағдайда  $m = 2$ ).

Қозғалтқыш бөлшектерінің ақауын табу кезінде беттің пішіні мен орналасуының ауытқуының рұқсат етілген мәндері жаңа бөлшектердің мәндерінен ерекшеленеді. Сондықтан, беттердің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылауға арналған өлшеу құралдарының дәлдігіне қойылатын талаптар жаңа бөлшектерді бақылау кезіндегі талаптардан өзгеше болады. (4)-(6) формулалар бойынша есептеу нәтижесінде ЯМЗ қозғалтқыштары бөлшектері беттерінің пішіні мен орналасу ауытқуын бақылау үшін өлшеудің рұқсат етілген дәлсіздігінің және өлшеу құралдарының шекті дәлсіздігінің мәндері алынды (кесте. 3). Өлшеу құралдарының шекті қателігінің алынған мәндерін салыстырудан (кесте. 3) және ұсынылған өлшеу құралдарының қателік мәндері (кесте. 2) ұсынылатын өлшеу құралдарының қателігі есептік рұқсат етілгеннен асып кетуі керек. Сондықтан, беттердің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылауды метрологиялық қамтамасыз етуді жетілдіру үшін өлшеу құралдарын таңдау кезінде өлшеу құралдарын таңдаудың ұсынылған әдістемесін басшылыққа алу керек және бөліктің өлшемдерін де, беттердің пішіні мен орналасуының ауытқуын да бақылау үшін Бір дәл өлшеу құралын қолдану қажет.

ЯМЗ қозғалтқыш бөлшектерінің ақауын табу кезінде беттің пішіні мен орналасуының ауытқуын бақылауға арналған өлшеу құралдарының шекті қателігі

Бақыланатын параметрдің атауы	Рұқсат етілген мәні, мм	Рұқсат етілетін қателік өлшеу, мм	Сенімділік ықтималдығы, %	
			0.95	0.99
			Өлшеу құралдарының шекті қателігі, мкм	
Иінді біліктің мойынының сопақтығы	0,02	±0,0066	±0,85	±0,67
Поршеньдік саусақтың сопақтығы және конусы	0,015	±0,0050	±0,64	±0,50
Негізгі тіректердің сопақ және конустық беттері	0,02	±0,0066	±0,85	±0,67
Төменгі байланыстырушы өзек басының сопақтығы	0,01	±0,0033	±0,42	±0,33
Жалпы оське қатысты ұру: негізгі мойындар; беріліс астындағы беттер	0,05	±0,0165	±1,18	±1,63
Шеткі түп тіректердің осіне қатысты ұру: ортаңғы байырғы мойындар; шкив астындағы беттер	0,05	±0,0165	±1,18	±1,63

**Қорытынды.** Нақты практикада рұқсат етілген қатені есептеу әдістемесін және өлшеу құралдарын таңдаудың әзірленген өлшемдерін қолдану қозғалтқыштарды жөндеу кезінде бөлшектердің пішіні мен беттерінің ауытқуын өлшеу нәтижелерінің дәлдігі мен сенімділігін арттырады, бұл ақаулы бөлшектерді "жарамды" деп қабылдау қаупін едәуір төмендетеді. беттердің пішіні мен орналасуының ауытқуы, сондай-ақ жарамды өнімдердің қабылданбау қаупін азайтады.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Иванов В.П., Семенов В. Качество ремонта машин: состояние и обеспечение // Вестн ик Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. 2003. № 2. С. 2-6.
2. Голубев И.Г., Фадеев А.Ю., Макуев В.А. Оценка качества технического сервиса тракторов // Техника и оборудование для села. 2010. № 7. С. 40-41.
3. Leonov O.A., Shkaruba N.Zh., Vergazova Yu.G. Determining the Tolerances in Fitting for Joints with Interference // Russian Engineering Research. 2019; 39, 554-547.
4. Qingya Li, Libao Yang, Weiguo Zhao et al. Design of Positioning Mechanism Fit Clearances Based on On-Orbit Re-Orientation Accuracy. Applied Sciences, 2019; 9(21): 4712.
5. Erokhin M.N, Leonov O.A., Shkaruba N.Zh. et al. Assessing the Relative Interchangeability in Joints with Preload // Russian Engineering Research. 2020. V. 40. P. 469-472.
6. Ерохин М.Н., Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. и др. Процентная взаимозаменяемость посадок с натягом // Вестник машиностроения. 2020. № 3. С. 41-44.
7. Чигрик Н.Н., Леонова Л.М. Оценка точности составляющих функционального допуска посадки на долговечность работы вкладышей коренных подшипников коленчатого вала автомобильного двигателя // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2013. № 6 (34). С. 29-39.
8. Ерохин М.Н., Леонов О.А., Катаев Ю.В. и др. Методика расчета натяга для соединений резиновых армированных манжет с валами по критерию начала утечек // Вестник машиностроения. 2019. № 3. С. 41-44.
9. Набатников Ю.Ф. Обеспечение заданного ресурса соединений деталей машин // Сборка в машиностроении и приборостроении. 2011. № 4. С. 3-8.