

**ACOUSTIC EMISSION DIAGNOSTICS OF BEARING KNOT  
OF ELECTRIC MOTOR****GULTŅU ELEKTRODZINĒJA MEZGLA AKUSTISKO-  
EMISIJU DIAGNOSTIKA**

**Muharbij Banov**, *RTU asoc. prof., Dr. habil. sc. ing.*  
*Riga Technical University, Aviation institute*  
*Address: 1, Lomonosov Str., Riga, LV-1019, Latvia*  
*Phone: 7-089-956*  
*E-mail: [muharbij@inbox.lv](mailto:muharbij@inbox.lv)*

**Yurij Feshchuk**, *eng.*  
*Riga Technical University, Aviation Institute*  
*Address: 1, Lomonosov str., Riga, LV-1019, Latvia*  
*Phone: +371 9816695*  
*E-mail: [ndt\\_ae@mail.ru](mailto:ndt_ae@mail.ru)*

**Aleksej Nasibullin**, *postgraduate student., Mr. sc. ing.*  
*Riga Technical University, Aviation institute*  
*Address: 1, Lomonosov Str., Riga, LV-1019, Latvia*  
*Phone: 7-089-956*  
*E-mail: [nasib@inbox.lv](mailto:nasib@inbox.lv)*

**Leonid Vinogradov**, *postgraduate student, eng.*  
*Riga Technical University, Aviation Institute*  
*1, Lomonosov str., Riga, LV-1019, Latvia*  
*[vile2@inbox.lv](mailto:vile2@inbox.lv)*  
*+371 29462835*

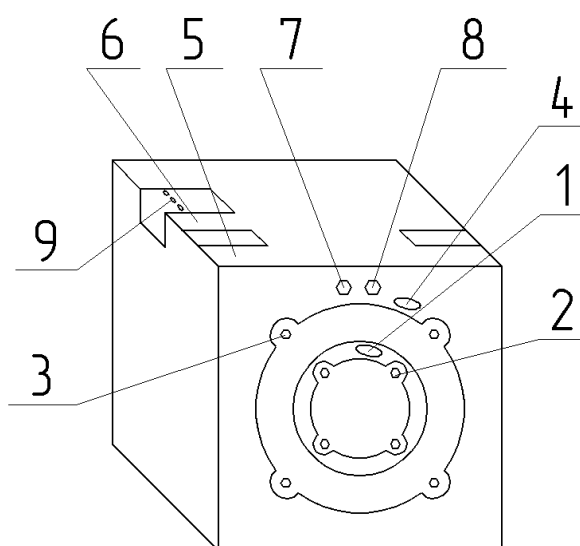
*Atslēgas vārdi: akustiska emisija, diagnostika.*

Ievads

Pie īpaši perspektīvām mehānisko konstrukciju esošā stāvokļa diagnostikas metodēm pieder akustiskās emisijas metode (AE) [1]. Šī metode balstās uz akustisko svārstību reģistrācijas,

kas rodas pie defektu konstrukcijas materiālā parādīšanas vai attīstīšanas, un šo svārstību speciālā analizē ar mērķi novērtēt konstrukciju esošo stāvokli kopumā [2-4 un citi].

Pētījumi un lietišķās izstrādāšanas AE metodes izmantošanas jomā dažādu tipu konstrukciju



esošā stāvokļa diagnosticēšanai tiek veiktas daudzajās attīstītajās valstīs. Latvijā šādi pētījumi tiek veikti jau kopš 1977.gada un šobrīd turpinās Rīgas Tehniskajā universitātē (RTU). Piemēram, uz konkrētu izstrādāšanu pamata aviācijas tehnikas tehniskā stāvokļa kontroles un diagnostikas tika izpētītas izcelšanās un plaisu attīstības likumsakarības dažādajās konstrukcijās zem reālo slodžu iedarbības, kā arī AE signālu dažādu parametru sakari ar šiem procesiem, dažādu rūpniecisku objektu tehniskā stāvokļa novērtēšanai praktisku uzdevumu atrisināšanai tika izmantoti praktiskie darbi pielietojot AE metodi pa gazgoldera Rīgas attīrīšanas būvju tehniskā stāvokļa kontroli, GES Ķeguma tilta, Inčukalna gāzes krātuves gāzes vadu, kompānijas "Ventbunkers" naftas vadu un tika sniegts to tehniskā stāvokļa novērtējums.

### 1. Izmantotā AE aparātūra.

Pārnesams akustiski-emisijas aparāts IKU-1 tika izmantots AE-sigāņu uzmērījumu grāmatošanai.

AE aparāts ir paredzēts atklāšanai un AE-sigāņu izmaiņu intensitātes indikācijai, kas tiek mērīti ar bultiņu indikatoru (caurlaides svītra 105 kHz).

Pirms mērītāju kompleksa pielietojuma reālos izmēģinājumos, tika veikta to laboratoriskā pārbaude un noregulēšana, kas sevī iekļauj: devēju un iepriekšējās sigāņa pastiprināšanas parametru izvēle: AE sigāņu noturīga paņēmienu pārbaudi.

### 2. Izmēģinājumu veikšanas metodika

Izmēģinājumu metodika paredzēja mērstieņa ar devēju uzstādīšanu uz strādājošo elektrodzinējs iepriekš izvēlētajos punktos (1.attēls). Bloks -shēma AE -informācijas noņemšanai ir parādīta 2.attēlā. Tika mērīta AE -sigāņu intensitāte. Salīdzinājumam izmēģinājumam tika pakļauti 2 elektrodzinēji, kas atrodas: 1 laboratorijā. nosauksim to - laboratoriju elektrodzinējs (LED), cits - cehos, nosauksim analogiski - ceha elektrodzinējs (CED).

AE sigāņu uzmērījumi abu dzinēju norādītajos punktos (sk. 1.attēlu) tika veikti pie LED 890 apg./min griešanas biežumiem un 1200 apg./min, bet CED - 1100 apg./min.

1.att. AE intensitātes mērījuma punktu kārtojums uz elektrodzinēja korpusa augšējām un mugurpusēs daļām



2.att. Bloks-shēma AE-signālu noņemšanai

### 3. AE signālu intensitātes mērījuma rezultāti

Mērījumu rezultāti un aprēķins vidēji AE intensitātei LED augstākminētajos punktos ir atspoguļoti 1. un 2. tabulās, bet CED tab. 3.

### 4. AE signāla mērījuma rezultātu analīze

AE LED signālu mērījumu analīze pie diviem darba režīmiem parāda, ka vidējās intensitātes pa LED mērījuma punktiem pie  $n=1200$  apg./min ir daudz augstākas, nekā vidējās intensitātes tajos pašos mērījuma punktos uz režīma pie  $n=890$  apg./min. Nosauksim šo parādību «AE trokšņainība». Tādējādi, «AE trokšņainība» ar apgrozījumu skaitļa palielināšanu būtiski pieaug (sk. 1. un 2. tabulas).

Iedomājoties vidēju AE intensitāšu lineāru atkarību no apgrozījumu skaitļa uzbūvēsim vidēju AE intensitāšu izmaiņu grafiku pa katru mērījuma punktu pie  $n=890$  apg./min un  $n=1200$  apg./min (3.attēls).

1.tabula

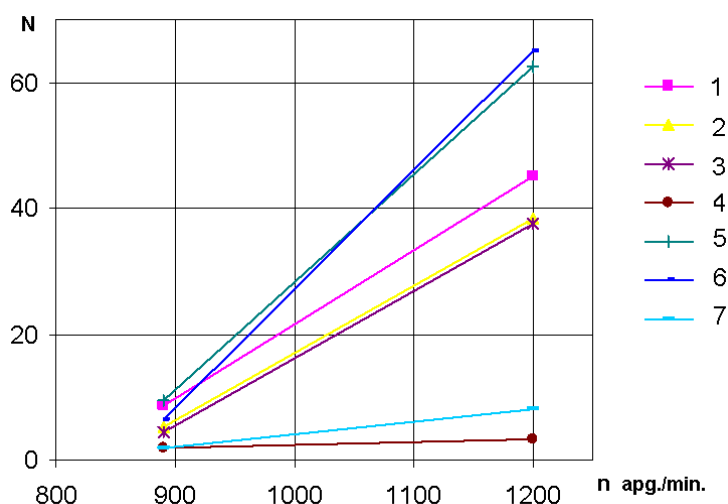
AE LED intensitātes mērījuma rezultāti pie 890 apg./min vaļņa griešanas biežuma

Mērījuma numurs	Mērījumu punkti						
	1	2	3	4	5	6	7
1	7,5	4,5	4	1,95	5,5	4,5	2
2	9	5	4,5	1,95	5,5	7,5	1,5
3	9	6	4,5	1,8	6,5	6	1,5
4	9	5,5	4,5	1,95	6,5	7,5	2,4
5	9	5			10,5		2
6					12		2,1
7					12		2,1
8					15		2,1
9					12		
AE intensitāšu summa	43,5	26	17,5	7,65	85,5	25,5	15,7
Vidēja AE intensitāte	8,7	5,2	4,375	1,9125	9,5	6,375	1,9625

2.tabula

AE LED intensitātes mērījuma rezultāti pie 1200 apg./min vaļņa griešanas biežuma

Mērījumu punkti	
-----------------	--



Mērījuma numurs	1	2	2	4	5	6	7
1	40	40	30	3,5	70	60	7,5
2	40	40	40	3	60	70	7,5
3	40	35	40	3,5	60		12
4	60		40	3,5	60		6
AE intensitāšu summa	180	115	150	13,5	250	130	33
Vidēja AE intensitāte	45	38,333	37,5	3,375	62,5	65	8,25

3.tabula

AE CED intensitātes mērījuma rezultāti pie 1000 apg./min vaļņa griešanas biežuma

Mērījuma numurs	Mērījumu punkti						
	1	2	3	4	5	6	7
1	21	18	10,5	3	21	24	4,5
2	21	15	9	3	24	24	5,5
3	22,5	16,5	7,5	3,5	24	25,5	5,5
4	21	19,5	9		21	25,5	5,5
AE intensitāšu summa	85,5	69	36	9,5	90	99	21
Vidēja AE intensitāte	21,375	17,25	9	2,375	22,5	24,75	5,25

Pēc grafika uz 3.attēla noteiksim vidējas AE intensitātes nozīmes katrā mērījuma punktā pie  $n=1100$  apg./min LED (4.tabula). Pēc tam AE LED un CED vidēju intensitāšu aprēķinu rezultātus uz to vienādiem darba režīmiem ( $n=1100$  apg./min) atspoguļosim 5.tabulā.

3.att. Insentitāšu AE (N) izmaiņu grafiki no LED apgrozījumiem (n)

4.tabula

AE LED intensitātes definēšanas rezultāti pie  $n=1100$  par./min. pēc grafika uz 3.attēla

LED	Mērījumu punkti						
	1	2	3	4	5	6	7
LED	33,5	28	27	3	45	46	6

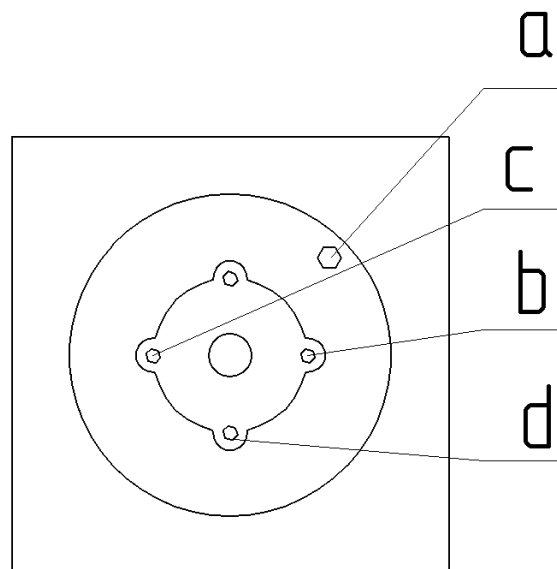
5.tabula

AE LED un CED intensitātes rādītāju salīdzinājuma tabula pie  $n=1100$  punktos 1, 2, 3, 4, 5, 6 un 7

Elektrodzinēji	Mērījumu punkti							Visu punktu vidēju intensitātes summa	Visa punktu AE elektrodzinēja vidēja AE intensitāte $N_v$
	1	2	3	4	5	6	7		
LED	33,5	28	27	3	45	46	6	188,5	26,92857
CED	21,375	17,25	9	2,375	22,5	24,75	5,25	102,5	14,64286

Redzams, ka vidējā AE intensitāte pa visu dzinēju LED ( $N_v=26.9$ ) ir daudz augstāka nekā CED ( $N_v=14,6$ ). Tas liecina par sabalansēta LED rotora sliktāko stāvokli. Tādējādi, AE visa dzinēja signāla vidējā intensitāte, kas ir aprēķināta pa dažiem mērījuma punktiem, var būt gan atbalstu, gan sabalansēta dzinēja rotora stāvokļa diagnosticējošais parametrs.

Apstiprinājumam šim tika veikts AE signālu intensitāšu kontroles mērījums priekšējā CED



atbalsta rajonā uz  $n=1100$  apg./min režīma punktos, kas ir norādīti 4.attēlā.

4.att. AE intensitātes mērījuma punktu kārtojums uz elektrodzinēja korpusa priekšējā vāka

6. tab. mērījumu rezultāti un vidēju AE intensitāšu aprēķins punktos a, b, c un d, kas ir norādīti 4.attēlā.

6.tabula

AE un visa CED vidēju intensitāšu aprēķins intensitātes mērījuma rezultāti pie 1100 apg./min vaļņa griešanas biežuma

Mērījuma numurs	Mērījumu punkti				Visos punktos vidēju AE intensitātes summa	Visa elektrodzinēja vidēja AE intensitāte Nv
	a	b	c	d		
1	9	21	15	16		
2	9	15	16.5	9		
3	9	24	18	12		
4	6	21		I		
5	9					
AE intensitāšu summa	42	81		39		
Vidēja AE intensitāte	3.4	20,25	16.5	13	58.15	14,5375

Salīdzinot AE CED vidējas intensitātes aprēķina rezultātus, kas ir aprēķinātas dažādām zonām, (5 un 6. tabulas) var pamanīt, ka tie praktiski ir vienādi, un to atšķirība ir mazāk par vienu procentu.

## Slēdziens

1. Rotoru atbalstu izmeklēto elektrodzinēju tehnisko stāvokli var diagnosticēt pēc AE dzinēja vidējās intensitātes apliecinājumiem.

2. AE-siņālu mērījumu punktu virsmām var izmantot korpusu detaļu piestiprinājuma skrūvju galvas.

## Literatūra

1. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. М.: Издательство стандартов, 1976.-270 с.

2. M.D.Banov, E.A.Konyaev, V.P.Pavelko. Principles of Fatigue of Structures in High-Cycle Fatigue on the Basis of Acoustic Emission Effect: 4th World Meeting of Acoustic Emission and 10th International Conference on Acoustic Emission in Manufacturing. - September, 1991, Boston Massachusetts, pp. 110-120.

3. Research techniques in nondestructive testing: Edited by R.S.Sharpe. - Academic Press London and New York, 1970. -490 pp

4. Банов М.Д., Коняев Е.А., Павелко В.П. Применение метода акустической эмиссии для исследования усталостного повреждения тонколистового материала Д16Т.- Проблемы прочности, No 8,1981 г.,с.15-18.

**Banovs M., Feščuks J., Nasibullins A., Vinogradovs L. Gultņu elektrodzinēja mezgla akustisko-emisiju diagnostika.** Gultņu mezgla akustisko-emisiju diagnostika elektrodzinējā. Darbā tiek doti AE metodes praktiskas izmantošanas rezultāti gultņu mezgla stāvokļa diagnostikai elektrodzinējā. Rezultātu analīze ļāva noformulēt salikta gultņu mezgla diagnostikas dažus kritērijus.

**Banov M., Feshchuk J., A. Nasibullin, Vinogradov L. Acoustic emission diagnostics of bearing knot of electric motor.** Acoustic emission diagnostics of bearing knot electro-engine. In work results over of the practical use of method of AE are brought for diagnostics of the state of bearing knot electro-engine. The analysis of results allowed to formulate some criteria of diagnostics of bearing knot in collection.

**Банов М., Фещук Ю., Насибуллин А., Виноградов Л. Акустико-эмиссионная диагностика подшипникового узла электродвигателя.** В работе приводятся результаты практического использования метода АЭ для диагностики состояния подшипникового узла электродвигателя. Анализ результатов позволил сформулировать некоторые критерии диагностики подшипникового узла в сборе.