

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасы

Кенжебай Берік Кенжебайұлы

Тау-кен машиналары конструкцияларын диагностикалау және
дірілден қорғау кешенін әзірлеу

МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7М07111 – «Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

ӘОЖ 665.622.43.04.6-52(043)

Қолжазба құқығында

Кенжебай Берік Кенжебайұлы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін
МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертацияның атауы «Тау-кен машиналары конструкцияларын диагностикалау және
дірілден қорғау кешенін әзірлеу»
Дайындау бағыты 7М07111 – «Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы»

Ғылыми жетекші,
т.ғ.д, профессоры,
_____ Жаутиков Б.А.
« ____ » _____ 2023 ж.

Рецензент
т.ғ.к., доцент, деканы,
_____ Исмаилов А.А.
« ____ » _____ 2023 ж.

Норма бақылаушы
техн. ғылм. магистрі,
_____ Сарыбаев Е.Е.
« ____ » _____ 2023 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛЕДІ
Кафедра меңгерушісі ТМЖК,
техн.ғылм.канд., қауым.проф.
_____ С.А. Бортебаев
« ____ » _____ 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

Технологиялық машиналар және көлік кафедрасы

7М07111 – «Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы»

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі ТМЖК,
техн.ғылым.канд, қауым. проф.

С.А. Бортебаев

« ____ » _____ 2022 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Магистрант Кенжебай Берік Кенжебайұлы

Тақырыбы: «Тау-кен машиналары конструкцияларын диагностикалау және
дірілден қорғау кешенін әзірлеу»

Университет Ректорының «09» қараша 2021жылғы №1818-М бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі «19» маусым 2023 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы деректері:

Магистрлік диссертацияда әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) Тау-кен машиналарының дірілінің себептері мен көздерін зерттеу;

б) Діріл диагностикасы үшін қарапайым және қымбат емес өлшеу арнасын
әзірлеу;

в) Жабдықтың техникалық жағдайын болжау және диагностикалау әдістерін
анықтау.

г) қосымшалар

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 57 атауы.

Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертулер
Діріл параметрлерін, бірліктерін талдау және дірілді өлшеу кезінде параметрлерін таңдау.	16.01.2023ж.	
Дірілді өлшеу кезінде датчиктерді орналасуын таңдау және өлшеу тәртібін қарастыру.	27.03.2023ж.	
КВАРЦ, ТОПАЗ діріл анализаторының көмегімен, тау-кен машиналарын диагностикалау, жие кездесетін ақауларды іздеу	17.04.2023ж.	
Диссертацияны қорғауға дайындау	12.06.2023ж.	

Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қатысты бөлімдердегі диссертациялар кеңесшілері мен норма бақылаушысының қойған

қолдары

Бөлімдердің атаулары	Консультанттар, аты-жөні (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Діріл параметрлерін, бірліктерін талдау және дірілді өлшеу кезінде параметрлерін таңдау.	техн. ғылм. докторы, профессоры, Жәутіков.Б.А.		
Дірілді өлшеу кезінде датчиктерді орналасуын таңдау және өлшеу тәртібін қарастыру.	техн. ғылм. докторы, профессоры, Жәутіков.Б.А.		
КВАРЦ, ТОПАЗ діріл анализаторының көмегімен, тау-кен машиналарын диагностикалау, жие кездесетін ақауларды іздеу	техн. ғылм. докторы, профессор, Жәутіков.Б.А.		
Норма бақылаушы	магистр техн. ғылм Сарыбаев Е.Е.		

Ғылыми жетекші

Жәутіков Б.А.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

Кенжебай Б.К.

Күні

«___» _____ 2022 ж.

АНДАТПА

Магистрлік диссертацияда тау-кен машиналары мен жабдықтарының жұмыс жағдайларына қатысты діріл диагностиканың құралдары мен әдістерін әзірлеу жабдықтың жұмысын одан әрі жақсартудың, оның қауіпсіздігін қамтамасыз етудің және апаттық жұмыс пен кенет істен шығудың алдын алу мүмкіндігін қамтамасыз етудің маңызды факторы диссертациялық жұмысты орындау барысында қойылған мақсатқа жету үшін міндеттерді шешу көрсетілген

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт бөлімнен, тараулар мен қорытындылардан тұрады. Диссертация көлемі машинкамен басылған мәтіннің 50 бетін құрайды, 10 кесте мен 27 суреттен тұрады, пайдаланылған дереккөздердің тізімі 57 атаудан тұрады.

АННОТАЦИЯ

В магистерской диссертации разработка средств и методов вибродиагностики применительно к условиям работы горных машин и оборудования является важным фактором дальнейшего улучшения работы оборудования, обеспечения его безопасности и обеспечения возможности предотвращения аварийной работы и внезапных отказов.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, глав и заключений. Объем диссертации составляет 50 страниц машинописного текста, состоит из 10 таблиц и 27 рисунков, список использованных источников состоит из 57 наименования.

ANNOTATION

In the master's thesis, the development of vibration diagnostics tools and methods in relation to the working conditions of mining machines and equipment is an important factor in further improving the operation of equipment, ensuring its safety and ensuring the possibility of preventing emergency operation and sudden failures.

The dissertation work consists of an introduction, four sections, chapters and conclusions. The volume of the dissertation is 50 pages of typewritten text, consists of 10 tables and 27 figures, the list of sources used consists of 57 titles.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	6
1 Дірілді өлшеудің физикалық негіздері	8
1.1 Механикалық тербеліс	8
1.2 Діріл параметрлері	11
1.3 Тербелмелі процестердің көрінісі	13
1.4 Діріл бірліктері	15
1.5 Дірілді өлшеу кезінде тербеліс параметрлерін таңдау	16
1.6 Дірілді өлшеу құралдарының жіктелуі және шолуы	18
1.7 Виброметр	20
1.8 Діріл коллекторы	21
1.9 Діріл анализаторы	22
2 Дірілді өлшеу	25
2.1 Дірілді реттеу	25
2.2 Датчиктердің орналасуын таңдау	27
2.3 Өлшеу жүргізу тәртібі	30
3 Тау-кен машиналарының жағдайын бағалау	34
3.1 Конвейерлер	34
3.2 Тазарту комбайндары	40
4 Тау-кен жабдықтарын пайдалану процесінде қауіпсіздікті камтамасыз ету	44
4.1 Жалпы ережелер	44
4.2 Діріл мен Шу	45
Қорытынды	46
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	47

КІРІСПЕ

Машиналар мен механизмдердің тиімділігі көбінесе техникалық қызмет көрсету мен жөндеу әдістерінің жетілдірілуімен анықталады. Жабдыққа қызмет көрсетудің және жөндеудің дәстүрлі жоспарлы-алдын алу әдісі жабдықты пайдалану кезеңінде жарамды күйде ұстауды қамтамасыз етпейді.

Диагностикалық бақылау әдістерін қолдану техникалық жағдай мен техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарының көлемі арасындағы сәйкестікті қамтамасыз етеді.

Техникалық диагностикалауға негізделген техникалық қызмет көрсету мен жөндеудің негізгі қағидаты жабдықтың мүмкіндігінше жұмыс істеуін қамтамасыз ету шартымен оның жұмысынан бас тартудың алдын алу қағидаты болып табылады.

Айналмалы бөліктері бар жұмыс істейтін машинада және оған іргелес жабдықта ақаулықтың дамуы функционалды диагностика әдістерімен анықталады. Қуат түйіндерінің айналмалы қозғалысы бар жүйелердің техникалық жағдайын бақылаудың отандық және шетелдік тәжірибесін талдау мүмкін болатын ақауларды анықтау үшін механикалық тербелістердің параметрлері бойынша жабдықтың күйін бақылау ең тиімді (77% дейін) екенін көрсетеді.

Бұл жасырын механикалық ақаулардың сыртқы көріну жолдары өте шектеулі екендігіне байланысты. Бұл ақаулардың тек екі көрсеткіші бар, олар туу кезеңінде оңай өлшенеді: температура мен діріл. Осы екі көрсеткіштің ішінен діріл объектінің техникалық күйінің өзгеруіне іс жүзінде лезде жауап беру, сондай-ақ өлшеудің салыстырмалы қарапайымдылығы сияқты артықшылықтарға ие.

Діріл-қозғалмалы бөліктері бар жабдықта жиі кездесетін құбылыс. Бұл жабдық элементтерін өндірудің және материалдардың сипаттамаларының табиғи салдары болып табылатын кейбір қасиеттерге байланысты пайда болады. Діріл күшейген кезде бұл қасиеттер елеулі ақауларға айналуы мүмкін. Өз кезегінде жабдықтағы ақаудың дамуы діріл сипаттамаларының өзгеруіне әкеледі. Дірілдің белгілі бір деңгейден жоғарылауы жабдық элементтерінің бұзылуына әкелуі немесе бұзылуды сипаттауы мүмкін. Осылайша, діріл ақаулардың дамуына да, олардың индикаторына да қызмет етеді.

Қазіргі уақытта диагностикалық объектінің діріл талдауына негізделген техникалық диагностика әдетте *діріл диагностикасы* деп аталады. Екінші жағынан, басқару объектісінде қозғалатын немесе пайда болатын серпімді тербелістерді өлшеуге негізделген бұзбайтын бақылау *дірілді бұзбайтын бақылау* деп аталады.

Діріл диагностикасы (діріл акустикасы) динамикалық жабдықтың техникалық күйін анықтаудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Оның мүмкіндіктері, сондай-ақ қолдану салалары үнемі кеңейіп келеді.

Вибродиагностиканың стационарлық және тасымалданатын жүйелері енгізілетін өнеркәсіп алаңдарының саны үнемі артып келеді. Виброакустикалық бағалауға жабдықтардың кең спектрі жатады: электр қозғалтқыштары, сорғылар, компрессорлар, редукторлар, ішкі жану қозғалтқыштары, құбырлар, өшіру және реттеу арматурасы және т. б.

Жұмыстың мақсаты – тау-кен машиналарында көп кездесетін ақауларды діріл диагностикалау арқылы бақылау

Бұл мақсатқа жету **келесі міндеттерді** шешу арқылы қамтамасыз етіледі:

- 1) тау-кен машиналарының дірілінің себептері мен көздерін зерттеу;
- 2) діріл диагностикасы үшін қарапайым және қымбат емес өлшеу арнасын әзірлеу;
- 3) жабдықтың техникалық жағдайын болжау және диагностикалау әдістерін анықтау.

Зерттеу нысаны: диагностикалық ақпаратты тасымалдаушы ретіндегі діріл, оны анықтау және декодтау әдістері.

Зерттеу пәні: диагностикаланған жабдықтың техникалық жағдайын анықтауға мүмкіндік беретін діріл өлшеу каналы.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық зерттеуде эмпирикалық әдістер қолданылды: әртүрлі ақпарат көздерін зерттеу және талдау, тәжірибе жасау, алған білімдерін іс жүзінде қолдану.

Алынған зерттеу нәтижелерінің дұрыстығы нақты өндірістік және стендтік диагностика объектілерінде салыстырмалы тәжірибелер жүргізуге байланысты.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы минималды материалдық шығындармен импровизацияланған құралдардан динамикалық жабдыққа техникалық диагностика жүргізу үшін діріл-акустикалық өлшеу арнасын құру мүмкіндігін дәлелдеу болып табылады.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы:

Нәтижелер диагностика үшін өлшеу арнасының қолданылуын растауға мүмкіндік береді, сонымен қатар діріл диагностика саласындағы қосымша зерттеулер үшін әлеуетті мақсаттарды ашады.

Жұмыс құрылымы мен көлемі

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, үш тараудан және қорытындыдан тұрады; машинкамен басылған мәтіннің 50 бетінде баяндалған және 27 суреттен, 10 кестеден, 57 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен тұрады.

1 Дірілді өлшеудің физикалық негіздері

1.1 Механикалық тербеліс

Тербеліс – белгілі бір дәрежеде уақыт бойынша қайталанатын қозғалыс немесе күйдің өзгеруі процестері. Физикалық табиғатына қарай механикалық, электромагниттік, электрлік және басқа тербелістерді ажыратады. Механикалық тербеліс діріл деп аталады.

Тербеліс жасайтын жүйе тербеліс жүйесі деп аталады. Еркін тербелістер (меншікті тербелістер) тербеліс жүйесіне айнымалы сыртқы әсерлер болмаған кезде пайда болатын тербелістер деп аталады. Мәжбүрлі тербелістер сыртқы айнымалы әсердің әсерінен кез-келген жүйеде пайда болатын тербелістер деп аталады.

Тербелістер периодты деп аталады, егер тербелмелі жүйені сипаттайтын және оның тербелісі кезінде өзгеретін барлық физикалық шамалардың мәндері (тербелмелі шамалар) белгілі бір уақыт аралығында қайталанса. Бұл шартты қанағаттандыратын ең аз уақыт аралығы тербеліс кезеңі T деп аталады. Тербеліс кезеңінде T жүйесі бір толық тербеліс жасайды.

Периодтық тербелістер жиілігі уақыт бірлігіндегі толық тербелістер санына тең $f=1/T$ мәні болып табылады. Тербелістердің айналмалы (циклдік) жиілігі $\omega=2\pi f=2\pi/T$ мәні, 2π уақыт бірлігінде болатын толық тербелістердің санына тең.

Ең қарапайым тербелістерге гармоникалық тербеліс жатады. Егер тербелмелі шаманың лездік мәндері уақыттың сызықтық функциясының синусына (немесе косинусына) пропорционал болса, тербелмелі процесс гармоникалық немесе синусоидалы (косинус) тербеліс деп аталады.

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0) \quad (1.1)$$

немесе

$$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi_0) \quad (1.2)$$

мұндағы A, ω, φ_0 -гармоникалық тербеліс параметрлері деп аталатын тұрақты шамалар.

(1.1) және (1.2) өрнектері арасында түбегейлі айырмашылық жоқ, өйткені олар уақытты санаудың басталуы өзгерген кезде және қосымша тригонометриялық функцияға көшудің жалпы ережелеріне сәйкес φ_0 шамасының сәйкес өзгеруі кезінде бірдей процесті сипаттай алады.

А шамасы гармоникалық тербеліс амплитудасы немесе амплитуда деп аталады. Ол гармоникалық тербелмелі шамамен қол жеткізілген ең үлкен

абсолютті мәнді білдіреді. Амплитудасы гармоникалық тербелістердің жартысына тең $2A$, 1.1 - сурет.

(1.1) және (1.2) өрнектеріндегі $\omega t + \varphi_0$ аргументі фазалық бұрыш немесе гармоникалық тербеліс фазасы деп аталады.

φ_0 шамасы-бастапқы фазалық бұрыш немесе тербелістің бастапқы фазасы. φ_0 мәні бастапқы деп қабылданған уақыт сәтіндегі фазаға сәйкес келеді, яғни $t=0$ кезінде.

Периодтық тербелістердің жиілігі уақыт бірлігінде жасалған тербеліс кезеңдерінің санына тең $f=1/T$ шамасы деп аталады.

ω (Омега) дөңгелек (циклдік, бұрыштық) жиілігі 2π (6,28) секундқа тең уақыт ішінде жасалған толық тербелістер санына тең.

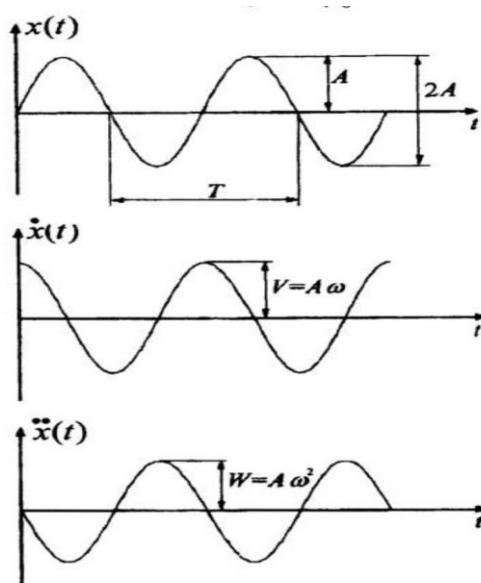
$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} \quad (1.3)$$

Гармоникалық тербелмелі шаманың бірінші және екінші уақыт туындылары $x(t)=A\sin(\omega t + \varphi_0)$ сонымен қатар бірдей дөңгелек жиіліктің гармоникалық тербелісі болып табылады:

$$\dot{x}(t) = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega \sin\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right) = V\sin(\omega t + \varphi_1) \quad (1.3)$$

$$\ddot{x}(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega \sin(\omega t + \varphi_0 + \pi) = W\sin(\omega t + \varphi_2) \quad (1.4)$$

оның үстіне $x(t)$ және $\dot{x}(t)$ амплитудалары сәйкесінше $V = A\omega$ және $W = A\omega^2$ -ге тең. Сондай-ақ, $\dot{x}(t)$ фаза бойынша $x(t)$ -тен $\pi/2$ бұрышқа, ал $\ddot{x}(t)$ фаза бойынша $x(t)$ -тен π арқылы алда екенін ескеру қажет. $\varphi_0=0$ жағдайы үшін $x(t)$, $\dot{x}(t)$ және $\ddot{x}(t)$ шамаларының гармоникалық тербелістер үшін t уақытқа тәуелділік графиктері 1.1 - суретте көрсетілген.



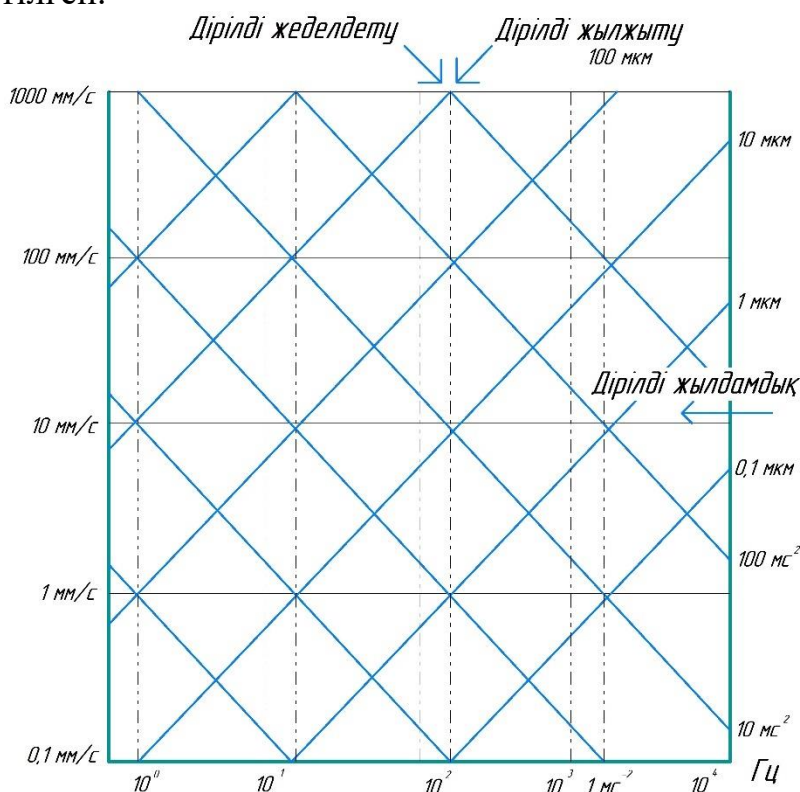
1.1 Сурет – Гармоникалық тербелістердің осциллограммасы

Тербелістерді механикалық тербеліс ретінде тербеліс жүйесінің күйін сипаттайтын үш кинематикалық параметрмен бағалау ыңғайлы: $x(t)$ діріл қозғалысы, $\dot{x}(t)$ діріл жылдамдығы және $\ddot{x}(t)$ діріл үдеуі. Бұл параметрлерді анықтау теңдеулері дифференциалдау (1.1-1.4) және интегралдау операцияларымен байланысты. Осылайша, бір сипаттаманы өлшегеннен кейін, қарапайым қайта есептеу арқылы қалған екеуін анықтауға болады (тек гармоникалық тербелістерге қатысты) 1 кестеде келтірілген тәуелділіктерді қолдану.

1.1 Кесте – Тербелістердің кинематикалық параметрлері арасындағы байланыс

Түрлендіру	Діріл қозғалысы s , [мм]	Діріл жылдамдығы v , [мм/с]	Діріл үдеуі a , [м/с ²]
Діріл қозғалысы s , [мм]	1	v/ω	a/ω^2
Діріл жылдамдығы v	$s \cdot \omega$	1	a/ω
Діріл үдеуі a	$s \cdot \omega^2$	$v \cdot \omega$	1

Мұндай есептеулер діріл параметрлерін есептеу үшін номограммаларға енгізілген және дірілді өлшеу құралдарындағы электронды интеграторлардың Автоматты жұмысының негізі болып табылады, 1.2 - суретте көрсетілген.



1.2 Сурет – Бір жиілікпен байланысқан гармоникалық тербелістер үшін діріл қозғалысын, діріл жылдамдығын және діріл үдеуін қайта есептеу номограммасы

1.2 Діріл параметрлері

Тәжірибеде кездесетін діріл әдетте күрделі полигармоникалық процесс болып табылады, яғни оның құрамында әртүрлі жиіліктегі гармоникалық компоненттер бар (1.3 - сурет).

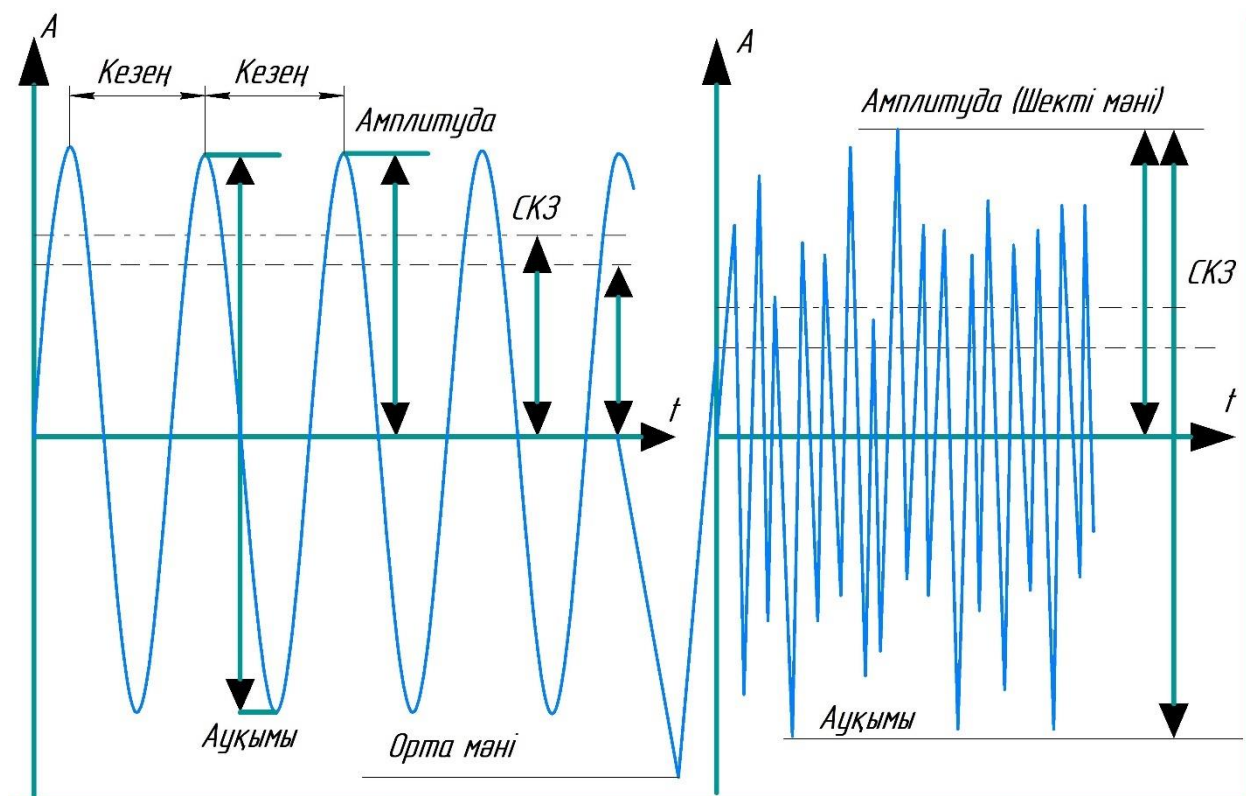
Полигармоникалық тербелістер – гармоникалық тербелістердің (гармоникалық компоненттердің) қосындысы ретінде ұсынылуы мүмкін тербелістерді сипаттайтын шаманың мерзімді тербелістері

$$x = \sum A_i \sin(\omega_i t + \varphi_i), \quad (1.5)$$

мұндағы A_i , ω_i , φ_i - i -ші гармоникалық компоненттің амплитудасы, жиілігі және бастапқы фазасы.

Нақты тербелмелі процестерді гармоникалық компоненттер жиынтығына айналдыру Фурье түрлендіруінің көмегімен жүзеге асырылады.

Механикалық тербелістерді сандық бағалау үшін келесі параметрлер қолданылады: ауқымы (размах), шың мәні (пиковое значение), орташа мән (среднее значение), орташа квадраттық мән (среднее квадратическое значение).



1.3 Сурет – Гармоникалық және полигармоникалық діріл

X_p тербелістерінің ауқымы – қарастырылып отырған уақыт аралығындағы тербелмелі шаманың ең үлкен және ең кіші мәндері арасындағы айырмашылық. Гармоникалық діріл үшін тербеліс ауқымы $X_p = 2A$ амплитудасының екі еселенген мәніне тең.

Тербеліс ауқымы маңызды параметр болып табылады, мысалы, машина бөлігінің механикалық тербелістерінің орын ауыстыруы максималды рұқсат етілген механикалық кернеулер мен саңылаулар тұрғысынан маңызды болған жағдайларда.

Тербелмелі шаманың ең жоғары мәні X_n , қарастырылған уақыт аралығындағы тербелмелі шаманың экстремумдарының ең үлкен абсолютті мәні болып табылады. Гармоникалық тербелістер үшіншінің мәні $X_n = A$.

Шың мәні қысқа мерзімді механикалық соққыларды бағалауда тиімді және т. б. Алайда, шың мәні тек зерттелетін тербелістердің максималды мәнін көрсетеді, олардың уақытша дамуы емес.

Тербелмелі шама модулінің орташа мәні X_a -қарастырылып отырған уақыт аралығындағы тербелмелі шаманың абсолюттік мәндерінің орташа арифметикалық немесе орташа интервалдық мәні. Гармоникалық тербелістер үшін модульдің орташа мәні:

$$X_a = 0.637A \quad (1.6)$$

Орташа мән зерттелетін тербелістердің уақытша дамуын көрсетеді, бірақ оның практикалық қолданылуы шектеулі, өйткені оның бұл тербелістердің кез-келген физикалық шамасымен тікелей байланысы жоқ.

Тербелмелі шаманың орташа квадраттық мәні X_e -қарастырылып отырған уақыт аралығындағы тербелмелі шаманың квадратының орташа арифметикалық немесе орташа интегралдық мәнінің квадрат түбірі.

Егер N дискретті мәндер x_i болса; тербелмелі шама болса, онда орташа квадраттық мән өрнекпен анықталады

$$X_e = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N x_i^2} \quad (1.7)$$

Белгілі бір уақыт аралығында $[t, t+T]$ тербелмелі мәнді анықтайтын бөліктік үздіксіз функция $x(t)$ болса, онда орташа квадраттық мән

$$X_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} x^2(t) dt} \quad (1.8)$$

Гармоникалық тербелістер үшін орташа квадраттық мән $X_e = 0.707 A$.

Орташа квадраттық мән (ОКМ) ең маңызды параметр болып табылады, өйткені ол зерттелетін тербелістердің уақытша дамуын ескереді және сигнал

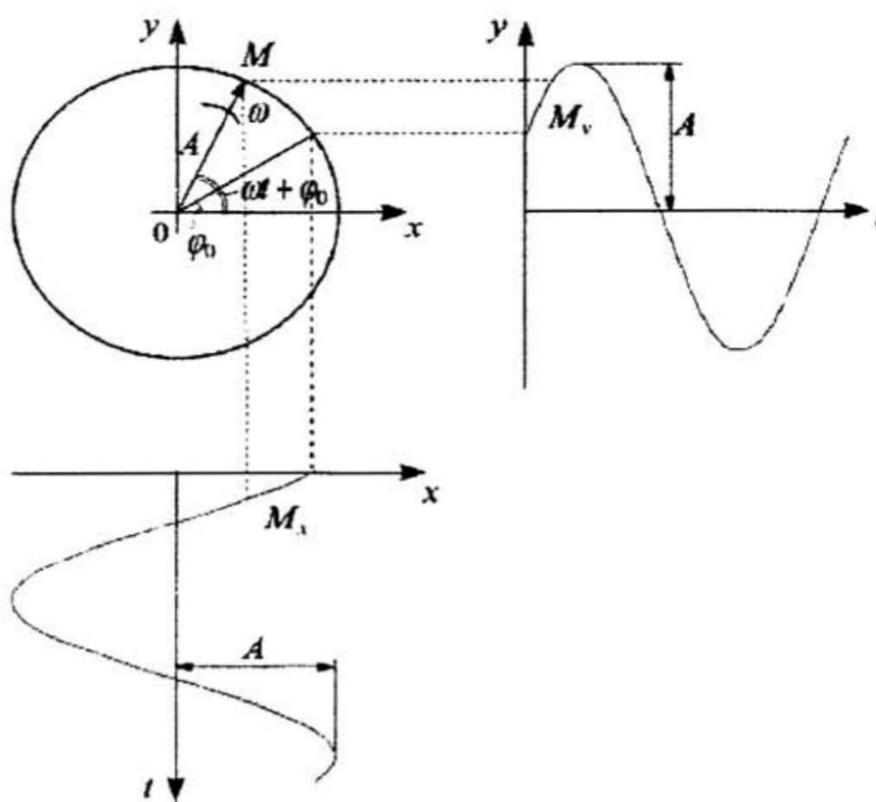
энергиясымен, демек, осы тербелістердің шешуші күшімен байланысты мәнді тікелей көрсетеді.

1.3 Тербелмелі процестердің көрінісі

Гармоникалық тербелістерді сипаттау үшін ұсынудың 4 түрлі формасын қолдануға болады: аналитикалық, кестелік, векторлық графикалық.

Аналитикалық жазбаның мысалы -1.1 және 1.2 өрнектері.

Тербеліс функциясын дірілдің орын ауыстыруының, діріл жылдамдықтарының немесе діріл үдеулерінің мәндері тербеліс периоды аргументіне сәйкес келтірген кезде кесте түрінде орнатуға болады.



1.4 Сурет – Айналмалы вектордың проекциясы түріндегі гармоникалық тербелістің бейнесі

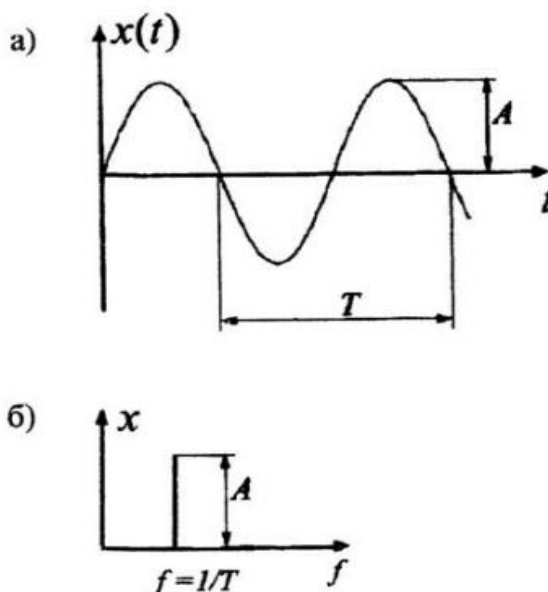
Тербелістерді қарастырған кезде көбінесе векторлық бейнелеу формасын қолдану ыңғайлы. Егер сіз A радиусының шеңбері бойымен сағат тіліне қарсы қозғалатын M нүктесін ω -ге тең бұрыштық жылдамдықпен елестетсеңіз, онда (1.1) және (1.2) өрнектер y және x осіндегі M нүктесінің қозғалысының проекциясы болады (сурет.1.4).

Тербелмелі процестерді сипаттаудың графикалық формалары- осциллограмма (1.5 - сурет, а) және спектр (1.5 - сурет, б) тербелмелі процестерді қарастыру кезінде жиі қолданылады.

Осциллограмма – уақыттық сканерлеу, тербеліс параметрінің уақытқа тәуелділігі.

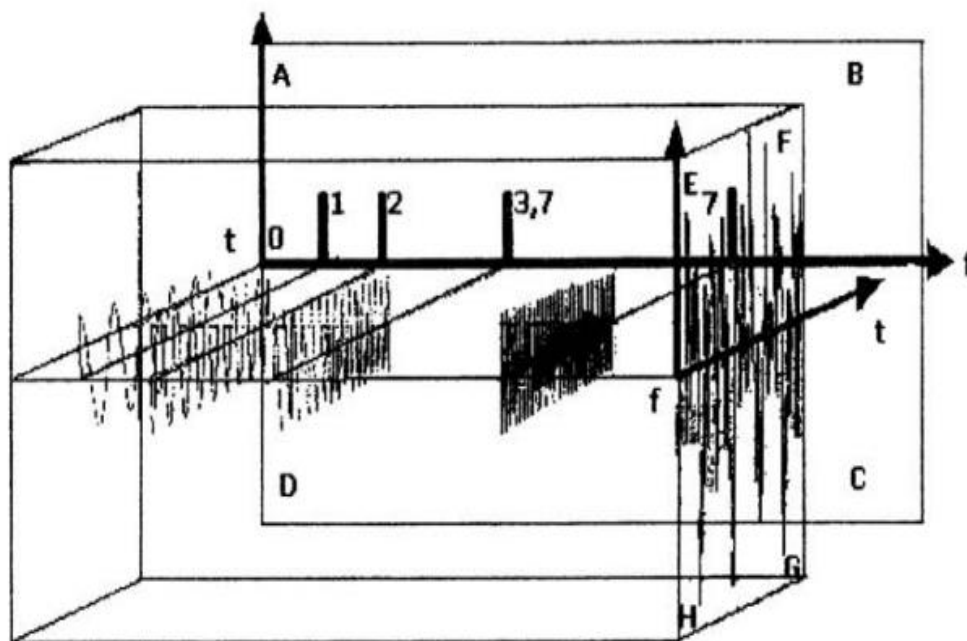
Координаттардағы графикке өту кезінде амплитудасы жиілігі (график 1.5 - сурет) гармоникалық сигнал тербеліс жиілігінің мәніне және ординат осі бойынша амплитудасының мәніне сәйкес абсцисса осі бойынша тұндырылған түзу сызық түрін алады.

Спектрлік бейнелеу полигармониялық тербелістерді сипаттаудың жалғыз мүмкін формасы болып табылады (1.6 - сурет).



1.5 Сурет – Гармоникалық тербелістің осциллограммасы (а) және спектрі (б)

1.6 - суретте үш өлшемді координаттар жүйесінде діріл сигналдарының суреті берілген. EFGH жазықтығында полигармоникалық сигналдың уақытша іске асырылуы бейнеленген, оның сол жағында жиіліктің өсу ретімен оның төрт құрамдас синусоидтары орналасқан, олар уақыт өте келе t осі бойымен дамиды.



1.6 Сурет – Діріл сигналының үш өлшемді бейнесі

Олардың ABCD жазықтығына проекциясы жиілік спектрі деп аталады (координаттар жүйесінде A (амплитудасы) - f (жиілігі). Of осі бойымен 1 : 2 : 3,7 : 7 жиілік қатынастары және бірлік амплитудасы бар осы компоненттердің төрт шыңын көруге болады. Басқаша айтқанда, діріл спектрі-бұл амплитудалық мәндер гармоникалық компоненттер санының өсу ретімен орналасқан дірілді сипаттайтын шаманың сәйкес гармоникалық компоненттерінің жиынтығы.

Жиілік спектрін, амплитудалық спектрді, фазалық спектрді және қуат спектрін (діріл жылдамдығы амплитудасының квадраттар спектрі) болады.

Күрделі механикалық тербелістердің жеке жиілік компоненттеріне ыдырауы цифрлық спектрлік анализаторларда жылдам Фурье түрлендіруі (ЖФТ) арқылы жүзеге асырылады, ал спектрлік талдау жиілікті талдау деп аталады. Жиілікті талдау дірілді диагностикалаудың негізгі әдісі болып табылады.

1.4 Діріл бірліктері

Діріл үдеуінің өлшем бірліктері (ең жоғары мән) m/s^2 . Сонымен қатар, механикалық тербелістердің үдеуін өлшеу үшін g -дің ауырлық күшінің үдеу коэффициентінің шамасын қолдануға рұқсат етіледі, оны практикалық қолдану үшін $g = 10 m/s^2$ қабылдауға болады (2% - дан аз қателікпен).

Діріл жылдамдығының өлшем бірліктері (орташа квадрат) mm/s немесе m/s болып табылады.

Діріл қозғалысы (ауқымы немесе амплитудасы) микрометрлермен ($1 \mu m = 10^{-6} m = 10^{-3} mm$) немесе мм-мен өлшенеді.

Діріл жиілігі герцпен (1 Гц = 1 с) немесе сандармен өлшенеді минутына айналымдар (айн/мин, рад/с).

Діріл параметрлерінің абсолютті өлшем бірліктерімен қатар салыстырмалы өлшем бірліктері - децибелдер (дБ) қолданылады. Бұл жағдайда дірілді жеделдету, діріл жылдамдығы және дірілді жылжыту (L_x) деңгейі формула бойынша анықталады

$$L_x = 20 \lg \frac{X}{X_0} \quad (1.9)$$

мұндағы X -параметрдің ағымдағы мәні, X_0 -параметрдің шекті мәні. ИСО 1683 стандартына сәйкес параметрлердің шекті мәндері:

- діріл үдеуі үшін- 10^{-6} м/с²;
- діріл жылдамдығы үшін- 10^{-9} м/с²;
- діріл қозғалысы үшін- 10^{-12} м.

1.5 Дірілді өлшеу кезінде тербеліс параметрін таңдау

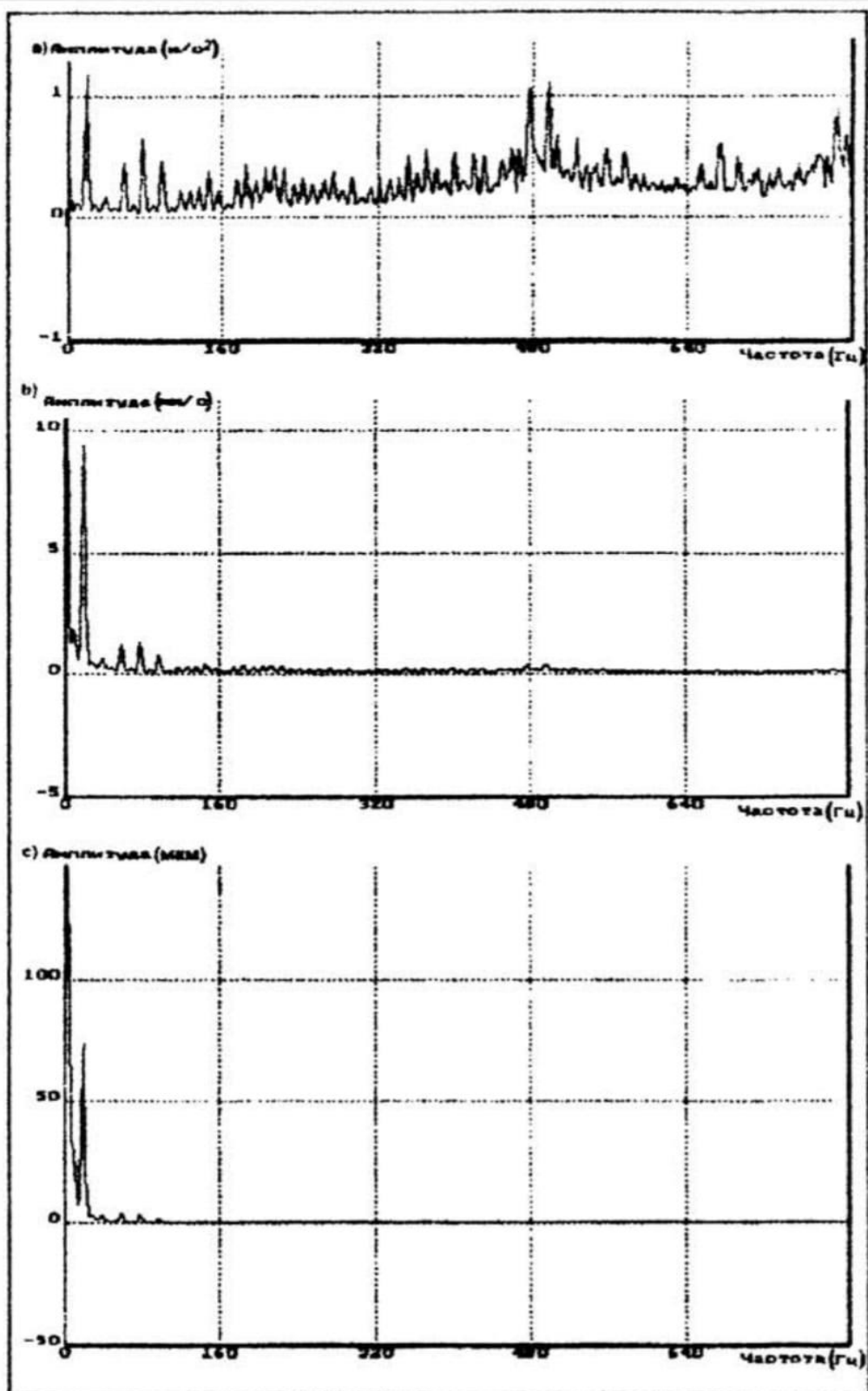
Дірілді өлшеу кезінде діріл үдеуін өлшеу ұсынылады. Егер дірілді діріл жылдамдығы немесе дірілдің орын ауыстыруы арқылы анықтау қажет болса, дірілдің үдеуін діріл жылдамдығына немесе дірілдің орын ауыстыруына түрлендіруге болады. Әртүрлі тербеліс параметрлерінің спектрлері 1.7 - суретте көрсетілген. Айналымды машиналарды диагностикалау үшін, әдетте, діріл үдеуі спектрлері пайдаланылады, өйткені оларда айналымды машина агрегаттарының көптеген түрлері үшін төмен, орташа және жоғары жиіліктердегі діріл компоненттерінің мәндері салыстырмалы болады, бұл айтарлықтай оларды талдауды жеңілдетеді. Бұл машиналардың түйіндеріне деструктивті әсер негізінен күштердің әсерінен болатындығымен түсіндіріледі, ал Ньютонның екінші заңы бойынша массаға әсер ететін күш оның қозғалысын немесе орын ауыстыруын емес, үдеу тудырады.

Жылдамдық, тіпті одан да көп орын ауыстыру күштің бір бағытта қанша уақыт әрекет еткеніне байланысты және әсер етуші күштің жиілігі неғұрлым көп болса, соғұрлым бұл күш әсерінен болатын жылдамдық пен орын ауыстыру төмен болады. Осылайша, тербеліс үдеулерінің спектрлері бойынша әртүрлі жиіліктегі әсер ететін күштерді салыстырған жөн.

Периодтық сигналдарды талдау кезінде диагностикалық ақпаратты жоғалтпау үшін, цифрлық Фурье сигналын талдау әдістерін қолдану арқылы оңай орындалатын жоғары жиілікті рұқсаты бар сигналдарды тар жолақты спектрлік талдау үшін техникалық құралдарды пайдалану қажет. Спектр анализаторындағы жиілік ажыратымдылық жолақтарының әдеттегі саны 400, 800, 1600, 3200 және т.б. Бірақ бір спектр диапазонының еніне кері пропорционал деректердің жинақталуының физикалық уақытымен және

диагностикаланатын машинаның жылдамдығының тұрақтылығымен анықталатын табиғи шек бар. Бір спектрді өлшеуге арналған типтік деректерді алу уақыты әдетте диагностикаланған түйіннің он айналу кезеңіне жақын болады, бұл уақыт ішінде айналу жылдамдығының тұрақтылығы бір пайыздан нашар болмауы керек.

Әрі қарай жинақтау әдетте спектрлерді орташалау арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайда спектрлік компоненттердің оңтайлы саны 800-1600-ге жақын, бұл спектрлік талдау жолақтарының санының табиғи шектелуі. Тек ерекше жағдайларда ғана оны ұлғайту талап етіледі және осы мақсат үшін сигналдарды спектрлік талдауға арналған құрылғылардың көпшілігінде арнайы жұмыс режимі «Лупа» («Zoom») бар, онда спектрлік талдау спектрдің өте аз өткізу қабілеттілігімен орындалады, бірақ оператор таңдаған жиілік жолағында бүкіл сигнал емес, оның бөлігі.



1.7 Сурет – Сигналдың діріл үдеуінің (а), діріл жылдамдығының (б) және дірілдің орын ауыстыруының (с) спектрлері.

1.6 Дірілді өлшеу құралдарының жіктелуі және шолуы

Дірілді өлшеу құралдарының жіктелуі.

Портативті құрылғылар:

- виброметрлер, жады мен интерфейсі жоқ жабдықтың жалпы діріл деңгейін анықтауға арналған қарапайым көрсететін аспаптар (ОКМ жылдамдығы бойынша) ;

- діріл коллекторлары-бұл жабдықтың жалпы діріл деңгейін анықтауға арналған діріл өлшегіштер (діріл жылдамдығының ОКМ бойынша) және жады мен деректерді компьютерге беру мүмкіндігі бар сигналды уақытша іске асыру;

- виброанализаторлар (құрастырушылар - спектроанализаторлар) - тербелістердің амплитудалық-жиілік спектрлерін айқындау мүмкіндіктері бар, виброакустикалық сигналдар бойынша жабдықтың жай-күйі туралы ақпарат алудың, диагностикалық деректерді жинау мен талдаудың, роторларды теңестірудің әртүрлі әдістерін іске асыра отырып, көпфункционалды аспаптар.

Стационарлық жүйелер-бақыланатын стационарлық жабдықтың дірілін өлшеуге, тіркеуге және талдауға арналған Көп арналы өлшеу кешендері.

Дірілді өлшеу аппаратурасына шолу.

Диагностикалық құралдарды таңдағанда диагноз қойылған жабдықтың параметрлеріне назар аудару керек. Егер конструкциясы, айналу жиілігі, массасы, өлшемдері мен жұмыс жағдайлары бойынша шамалы ауытқулары бар ұзақ жұмыс режимінің бір типті жабдығы диагноз қойылса, көп арналы және сараптамалық жүйелерді пайдалану негізінде терең диагностикалық жүйелерге - стационарлық немесе стендтік жүйелерге артықшылық беру керек. Бұл талапқа 1-ден 16-ға дейінгі арналар санымен (қосымша құралдарды қолдана отырып) жұмыс істеу мүмкіндігі бар "ТОПАЗ" және "КВАРЦ" ("Диамех 2000" ЖШҚ, Ресей) сияқты діріл анализаторлары толық жауап береді (1.8-сурет).



1.8 Сурет – Діріл анализаторлары, солдан оңға: "КВАРЦ", "ТОПАЗ"

Конструкциялары, техникалық қызмет көрсету және пайдалану параметрлері алуан түрлілігі бар қайта-қысқа мерзімді режимде жұмыс істейтін жабдық негіздерін: механикалық тербеліс пен электр сигналдарының нысандарын уақытша және спектрлік талдауды, диагностиканың қосымша

әдістерін білетін білікті мамандарды дайындаудың жоғары деңгейін талап етеді.

Аппаратураға қойылатын тиісті талаптар: көпфункционалдылық және бірнеше параметрлерді тіркеу; құрылыстың әмбебаптығы мен модульдік принципі; пайдаланудың қарапайымдылығы және портативтілігі; сигналды өңдеу мен талдаудың кең мүмкіндіктері; ақпаратты көрсетудің графикалық құралдары, деректер-өлшеу нәтижелерін жинақтау; диагностикалаудың бейімделген және теңшелетін автоматты (сараптамалық) жүйелерін пайдалану: кіріктірілген және сыртқы; аспаптық диагностиканың және теңдестіру.

Әмбебаптық – бұл құрылғыны өздігінен де, басқа диагностикалық құралдармен (стационарлық, стендтік) бірге пайдалану мүмкіндігі. Құрылыстың модульдік принципі-бағдарламалық жасақтаманы жаңарту және жаңа мамандандырылған датчиктерді қосу арқылы құралды қолдану аясын кеңейту мүмкіндігі. Кейбір құрылғылар модульдік принципке салынған, бұл сізге алдымен жалпы діріл деңгейін тіркеу мүмкіндігі бар қарапайым діріл өлшегішті сатып алуға мүмкіндік береді. Жеке модульдерді (бағдарлама және датчик) сатып алу арқылы игеру барысында шешілетін міндеттер аясын: соққы импульстары әдісімен мойынтіректердің жай-күйін бақылау; роторлардың айналу жиілігін бақылаудың діріл сипаттамаларын спектрлік және уақытша талдау мүмкіндіктерімен кеңейту.

Сигналды өңдеу мен талдаудың кең мүмкіндіктері - бұл өлшеу нәтижелерін талдауға ыңғайлы түрде ұсынуға мүмкіндік беретін математикалық деректерді өңдеу құралдарының болуы, мысалы, сигналды уақыт аймағында ұсыну, содан кейін Фурье түрлендіру әдістерін қолдану арқылы жиілік аймағына өту.

Өлшеу нәтижелерін көрсетудің графикалық құралдары-бұл уақыт пен жиілік аймақтарында сигнал графиктерін көруге мүмкіндік беретін индикатор экранының болуы.

Диагностикалық құралдарды таңдағанда, болжамды жұмыс жағдайларын да ескеру қажет: шаң, ылғалдылық, төмен температура, қоршаған ортаның жарылыс қаупі.

1.2 Кесте – Діріл анализаторларының сипаттамалары

Діріл аналогы	Тіркеу мүмкіндігі (бөлінген арналар саны)					Спек-ді өлш.режим-і жиі-к диап-ы, кГц	Спек-гі сыз-р макс.саны	Құры.орынд.	Инд.түрі	Масса, кг
	Діріл	Шум	Соқ. имп-ы	Айн.уақ	Электр. сигн.					
КВАРЦ	1(16)			1	1	3..40000	1600	П	Г	2,1
ТОПАЗ	1(16)			1	1	3..40000	1600	П	Г	1,8

1.7 Виброметр

СК-100 виброметрi (1.9 - сурет, 1.3 - кесте) механикалық жабдықтың ағымдағы жай-күйiн оның тораптарының дiрiл деңгейi бойынша бағалауға арналған. Өлшеу құрылғыға орнатылған дiрiл сенсорымен жүзеге асырылады. Нәтиже алу үшін металл зондты бақыланатын машинаның бетiне мықтап басып, түйменi басу жеткiлiктi. Құрылғының алдыңғы жағында үш биттiк сандық индикатор орналасқан, онда өлшенген дiрiл жылдамдығы, сондай-ақ құрылғының жұмыс режимi мен батареялардың күйi көрсетiлген.



1.9 Сурет – СК-100 виброметрi

Виброметр СК-100 механикалық жабдықтың ағымдағы күйiн оның құрамдас бөлiктерiнiң дiрiл деңгейi бойынша бағалауға арналған:

- жұмыс кезiнде;
- жөндеуден шығару кезiнде.

СК-100 - қалталы құрылғы, салмағы жеңiл және әртүрлi климаттық жағдайларда жұмыс iстеуге қабiлеттi. Құрылғы бiр түйме арқылы басқарылады. Құрылғының алдыңғы панелiнде өлшенген дiрiл жылдамдығын RMS, сондай-ақ құрылғының жұмыс режимi мен батарея күйiн көрсететiн үш таңбалы сандық индикатор бар.

СК-100 ГОСТ 25275-82 бойынша 10...1000 Гц жиiлiк жолағында дiрiл жылдамдығының орташа квадраттық мәнiн (ОКМ) өлшеуге мүмкiндiк бередi.

СК-100 әртүрлi типтегi индикаторлармен жабдықталған екi нұсқада келедi:

- сұйық кристалды;
- жарықдиодты (аз жарықтандырылған бөлмелерде жұмыс iстеуге ыңғайлы).

Құрылғыда келесi қызмет функциялары бар:

- жарық деңгейiне байланысты индикатордың жарықтығын автоматты түрде реттеу функциясы;
- автоматты түрде өшiру функциясы.

Жұмыс режимдерi:

- бір реттік өлшеу (түймені қысқаша басу);
- бақылау режимі.

1.3 Кесте – СК-100 виброметрiнiң техникалық сипаттамалары

	Параметр	Мағынасы
1	Тең емес. АЖС 10..1000Гц	1 Дб артық емес
2	Өлшеу диапазоны	0...100 мм/с
3	Негiзгi қателiк	±7 %
4	Қуат көзi	Батарея ,96 сағ
5	Жұмыс температурасы	-20..+60 ⁰ С
6	Қабықтарды қорғау	IP42
7	Өлшемдерi	175x32x22мм
8	Масса	0.1 кг

1.8 Дiрiл коллекторы

СК-1100 дiрiл коллекторы (1.10 - сурет, 1.4 - кесте) механикалық жабдықтың ағымдағы жай-күйiн оның түйiндерiнiң дiрiл деңгейi бойынша бағалауға арналған. Өлшеу құрылғыға орнатылған дiрiл датчигiмен жүзеге асырылады. Нәтиже алу үшін металл зондты бақыланатын машинаның бетiне мықтап басып, түйменi басу жеткiлiктi. Құрылғының алдыңғы жағында үш биттiк сандық индикатор орналасқан, онда өлшенген ОКМ дiрiл жылдамдығы, сондай - ақ құрылғының жұмыс режимi және батареялардың күйi көрсетiлген.

СК-1100 дiрiл коллекторы айналмалы жабдықтың дiрiлiн өлшеуге және талдауға арналған:

- жөндеудi жоспарлауды оңтайландыру;
- жабдықты жөндеуден шығару кезiнде оның жай-күйiн анықтау;
- апаттарға байланысты жоспардан тыс тоқтап қалуды азайту.



1.10 Сурет – СК-1100 Діріл коллекторы

СК-1100-де бастапқы деректер ретінде бақыланатын жабдық түйіндерінің бір арналы діріл коллекторының көмегімен өлшенген дірілі қолданылады. Діріл коллекторының жадынан өлшеу нәтижелері ДК-ге жіберіледі, онда олар мамандандырылған бағдарламалық жасақтаманың көмегімен одан әрі талдауды қамтамасыз ететін мәліметтер базасына жазылады.

Діріл коллекторы 10...5000 Гц жолағындағы діріл жылдамдығының өлшемінде сигналдың уақытша жүзеге асырылуын және сонымен бірге 10...1000 Гц жиілік диапазонындағы тербеліс жылдамдығының ОКМ (ортақ квадраттық шамасы) өлшеуге мүмкіндік береді; Датчик ретінде кернеуі 0..5В сыртқы сигнал көзін пайдалануға болады. Коллектор ауыр жұмыс жағдайларында, атап айтқанда Т1..Т4 температуралық топтардың ІІа класындағы бу-ауа қоспалары бар В1а және В1г класының жарылыс қауіпті аймақтарында жұмыс істей алады; СК-1100 диагностикалық дерекқорды басқаруға арналған “Виброанализ” бағдарламасын қамтиды.

Ерекшелігі: деректерді құрылғының жадында сақтау мерзімі, тіпті батареялар толығымен таусылған кезде де шексіз.

1.4 Кесте – СК-1100 дірілколлекторының техникалық сипаттамалары

№	Параметр	Мағынасы
1	Тең емес. АЖС 10..5000Гц	±0,8 Дб кем емес
2	Өлшеу диапазоны	0,1...1000 мм/с
3	Жиілік диапазоны	ОКМ 10....1000 Гц Толқын 10....5000 Гц
4	Негізгі қателік	±3,5%
5	МАХ маршруттағы өлшеу нүктелерінің саны (8192 АЦТ санау бойынша)	341
6	МАХ өлшеу нүктесінде сигнал жинау уақыты (АЦТ 65536 санағы)	5.12с
7	Қуат көзі	Аккумулятор
8	Үздіксіз жұмыс уақыты	48 сағ
9	Жұмыс температурасы (ДЖҮ үшін)	-40..+100 ⁰ С
10	Қабықтарды қорғау	ІР42
11	Өлшемдері (ДЖҮ жоқ)	120х60х25мм
12	Масса (ДЖҮ жоқ)	0.25 кг

1.9 Діріл анализаторы

СК-2300 діріл анализаторы (1.11 - сурет, 1.5 - кесте) айналмалы жабдықтың дірілін өлшеуге және талдауға арналған. Кеңейтілген функционалдығы бар құрылғы. Екі арна, екі арна бойынша бір уақытта синхронды деректерді жинау мүмкіндігі бар. Жинаққа екі датчикі мен

фазалық есептегіш кіреді. Ол дербес діріланализатор ретінде жұмыс істей алады, сонымен қатар сметалық бағдарламаларды басқара алады:

- диагностикалық деректерді жинау және талдау,
- роторларды теңестіру (2 діріл арнасы және 1 айналымды өлшеу арнасы).

Стандартты датчиктер ретінде ВП-3 діріл түрлендіргіштері қолданылады.

СК-2300-де бастапқы деректер ретінде бақыланатын жабдық түйіндерінің екі арналы діріл анализаторы арқылы өлшенген дірілі қолданылады.

Өлшенген деректерді талдау негізінде бақыланатын жабдықтың ағымдағы жай-күйі, агрегатты және оның жекелеген тораптарын жөндеудің ұсынылатын мерзімдері мен түрлері, сондай-ақ жабдық тораптарының болжамды ақаулары туралы мәліметтер қамтылған есептер автоматты түрде жасалады.



1.11 - сурет – СК-2300 Діріл анализаторы

СК-2300 айналымды жабдықтың дірілін өлшеуге және талдауға арналған:

- жөндеуді жоспарлауды оңтайландыру;
- жөндеуден шығару кезіндегі жағдайды анықтау;
- жазатайым оқиғаларға байланысты жоспардан тыс тоқтап қалуды қысқарту;
- жабдықтың тораптарында олардың дамуының ерте кезеңдерінде ақауларды анықтау;
- роторларды теңестіру;
- бөлшектер мен түйіндердің табиғи тербеліс жиіліктерін анықтау.

СК-2300 алынған өлшеу нәтижелерін виброанализатор құралдарымен талдауға немесе мамандандырылған бағдарламалық жасақтаманың көмегімен

одан әрі талдауды қамтамасыз ететін мәліметтер базасына жазу үшін компьютерге беруге болады. Өлшенген деректерді талдау негізінде бақыланатын жабдықтың ағымдағы жай-күйі, агрегатты және оның жекелеген тораптарын жөндеудің ұсынылатын мерзімдері мен түрлері, сондай-ақ жабдық тораптарының болжамды ақаулары туралы мәліметтер қамтылған есептер автоматты түрде жасалады. Виброанализатордың көмегімен уақытша іске асыруды, вибро сигнал конвертінің спектрін және спектрін өлшеуге болады, оның ішінде фотометшіден сыртқы синхрондау;

– діріланализатордың арнайы орындалуы болуы мүмкін: В1А және В2а класындағы жарылыс қаупі бар аймақтарда Т1...Т4 температуралық топтарында класты бу-ауа қоспаларымен жұмыс істеу үшін, сондай-ақ ылғалға төзімді өнімділік (IP68);

– "Виброанализ" - 2.5х бағдарламасы, деректер базасын басқаруға, өлшеу маршруттарын реттеуге, өлшеу нәтижелерін оқуға және оларды дерекқорға жазуға, дерекқорда сақталған ақпаратты көрсетуге және талдауға, жабдықтың ағымдағы жай-күйі, оның тарихы және ерекше жағдайлар туралы есептерді қалыптастыруға арналған.

Бағдарламалық жасақтама клиент сервер бағдарламасы бойынша орындалады және келесі артықшылықтарға ие:

– MIMOSA стандартының дерекқоры (басқа диагностикалық бағдарламалармен жұмыс істеу мүмкіндігі);

– қуатты графикалық дисплей және деректерді талдау аппараты;

– Windows XP операциялық жүйелерімен үйлесімділік;

– деректерге көп қолданушы қол жетімділігі (SQL);

– желілік қолдау (TCP/IP);

– 32 разрядты архитектура

СК-2300 құрамында архивтік деректер негізінде бақыланатын жабдықтың жай-күйін автоматтандырылған диагностикалауға арналған "Эксперт" сараптамалық жүйесі жеткізілуі мүмкін.

1.5 Кесте – СК-2300 діріл коллекторының техникалық сипаттамалары

№	Параметр	Мағынасы
1	Өлшенетін деректер түрі	Спектр, толқын конверттің спектрі.
2	Діріл анализаторының жиілік диапазоны	0,5.....20000 Гц
3	Жад көлемі	1 Мб
4	Спектр сызықтары / есептеулер АЦТ толқындары	3200/8192
5	Өлшеу нүктелерінің саны(спектр,толқын)	150/40
6	Қуат көзі	Аккумулятор
7	Үздіксіз жұмыс уақыты	8 сағ
8	Жұмыс температурасы (ДЖҮ үшін)	-60.....100 ⁰ С
9	Өлшемдері (ДЖҮ жоқ)	245x165x47 мм
10	Масса (ДЖҮ жоқ)	2 кг

2 Дірілді өлшеу

2.1 Дірілді реттеу

Жабдықтың эксплуатациялық діріл нормаларының негізгі мақсаты жұмыс кезінде оның техникалық жағдайын бақылау болып табылады, яғни диагностикалық мәселені шешу: кез келген, тіпті болмашы ақауларды немесе олардың пайда болуының бастапқы кезеңінде (дамып келе жатқан ақаулар) қалыпты күйден ауытқуларды уақтылы анықтауға болатын жұмыс жағдайларын жасау. Бұл мәселені шешу құрылғының ең аз діріл деңгейін қамтамасыз етуді талап етеді.

Айналмалы жабдықтың дірілін қалыпқа келтірудің негізгі әдістері

- тербелістің жалпы деңгейі бойынша;
- анықтамалық спектрлерді қолдану;
- жиілік жолақтарындағы параметр мәндері бойынша күйді бағалау (анықтамалық маскалар).

Жалпы діріл деңгейі бойынша күйді бағалау.

Өзірленген халықаралық (VDI 2056, ISO 2372, ISO 3945 және т.б.) және еліміздің стандарттар мен діріл деңгейлерін шектеуге арналған нормативтік-әдістемелік ұсыныстар олардың қуаты, айналу осінің биіктігі, ротордың айналу жиілігі, ротордың айналу жиілігі бойынша ұқсастығы, орнату әдістері, орнату шарттары және пайдалану кезінде блоктар шекті күйге жеткенде шамамен бірдей рұқсат етілген діріл мәндеріне ие болады.

Айналмалы роторы бар қондырғылардың дірілін бағалау кезінде көп жағдайда нормаланған параметрлер ретінде төмендегілердің бірі орнатылады:

- тербеліс жылдамдығының RMS мәні, V_e , мм/с;
- ротор жылдамдығын қамтитын жиілік жолағындағы діріл жылдамдығының орташа квадраттық мәні, V_{e0} , мм/с;
- қондырғыны орнату орнындағы іргетасқа бекіту элементтері бойынша діріл жылдамдығының орташа квадраттық мәні, V_{ef} , мм/с;
- тербелістің орын ауыстыруының ең жоғары мәні (диапазоны), S , мкм.

ГОСТ ИСО 10816-1-97 «Діріл. Айналмайтын бөлшектердегі өлшеу нәтижелері бойынша станоктардың жағдайын бақылау. 1-бөлім. Жалпы талаптар» машиналардың қуатына байланысты 10-нан 1000 Гц-ке дейінгі жиілік диапазонындағы діріл жылдамдығының орташа квадраттық мәні мәндеріне сәйкес діріл нормативтерін (2.1 - кесте) белгілейді.

Машиналар 4 класқа бөлінеді:

- 1 класс - блокқа қосылған және олардың әдеттегі режимінде жұмыс істейтін қозғалтқыштар мен машиналардың жекелеген бөліктері (15 кВт-қа

дейінгі сериялық электр қозғалтқыштары осы санаттағы типтік машиналар болып табылады);

- 2 класс - арнайы іргетасы жоқ орташа машиналар (15-тен 875 кВт-қа дейінгі типтік электр қозғалтқыштары), қатты орнатылған қозғалтқыштар немесе арнайы негіздегі машиналар (300 кВт-қа дейін);

- 3 класс - дірілді өлшеу бағытында салыстырмалы түрде қатты, массивтік іргетастарға орнатылған айналмалы массалары бар қуатты басқыштар және басқа да қуатты машиналар;

- 4 класс - дірілді өлшеу бағыты бойынша салыстырмалы түрде сәйкес келетін іргетастарға орнатылған айналмалы массалары бар ірі бастапқы жылжытқыштар және басқа да ірі машиналар (мысалы, турбогенераторлар және шығу қуаты 10 МВт-тан жоғары газ турбиналары).

Дірілді өлшеу нәтижелері А, В, С немесе D төрт аймағының біріне түсуіне байланысты бағаланады.

А аймағы-жақсы күй-бұл аймаққа, әдетте, жаңа ғана пайдалануға берілген жаңа машиналар кіреді.

В аймағы-қанағаттанарлық күй-бұл аймаққа кіретін машиналар, әдетте, мерзімдерді шектемей әрі қарай пайдалануға жарамды деп саналады.

С аймағы-рұқсат етілген күй-бұл аймаққа кіретін машиналар әдетте ұзақ мерзімді үздіксіз жұмыс істеуге жарамсыз деп саналады. Әдетте, бұл машиналар жөндеу жұмыстарын жүргізуге қолайлы мүмкіндік болғанша шектеулі уақыт аралығында жұмыс істей алады.

D аймағы-жарамсыз күй-берілген аймақтағы діріл деңгейлері әдетте машинаға зақым келтіру үшін жеткілікті ауыр деп саналады.

2.1 Кесте – Машиналардың діріл күйін бағалау критерийлері

Діріл жылдамдығының ОКМ, V_e , мм/с	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
0,28	А	А	А	А
0,45				
0,71				
1,12	В	В	В	В
1,8				
2,8	С	С	С	В
4,5				
7,1	D	D	D	C
11,2				
18		D	D	D
28				
45				

Абсолютті діріл қарқындылығы бойынша орталықтан тепкіш сорғы агрегаттарының электр жетектерінің техникалық жай-күйін бағалау үшін мыналарға байланысты нормалар қолданылады электр қозғалтқышының айналу осінің биіктігі (2.2 - кесте).

Жабдықтың жай-күйін дірілдің жалпы деңгейі бойынша бағалаудың кемшілігі, ол діріл сигналының салыстырмалы түрде төмен деңгейлі жиілік компоненттерінің (тербеліс процесінде аз энергиялы компоненттер) өзгеруіне іс жүзінде сезімтал емес, мысалы, домалау мойынтіректерінің, редукторлардың, электрлік және басқа да бірқатар ақауларға тән.

2.2 Кесте – Орталықтан тепкіш сорғы агрегаттарының электр жетектерінің техникалық жай-күйін бағалау критерийлері

Діріл деңгейі, V_e , мм/с	Техникалық жағдайды бағалау		
	Электр қозғалтқышының айналу осінің биіктігі Н, мм		
	$80 < N \leq 132$	$132 < N \leq 225$	$225 < N \leq 400$
<1,8	Жөндеуден кейін рұқсат етіледі.	Жөндеуден кейін рұқсат етіледі.	Жөндеуден кейін рұқсат етіледі.
1,8...2,8	Қанағаттанарлық	Қанағаттанарлық	Қанағаттанарлық
2,8...4,5	Рұқсат етілген		
4,5...7,1	Шекті рұқсат етілген	Рұқсат етілген	Қанағаттанарлық
7,1...11,2	Рұқсат етілмейді	Шекті рұқсат етілген	Рұқсат етілген
11,2...18,0		Рұқсат етілмейді	Шекті рұқсат етілген
>18,0			Рұқсат етілмейді

2.2 Датчиктердің орналасуын таңдау

Механикалық жүйелердің механикалық тербелістердің қозуына жауаптары күрделі физикалық процестермен анықталатындықтан, қондырғының бір элементінде де өлшеу кезінде, бір-біріне жақын кіріс нүктелерінде зерттелетін тербелістердің басқа сипатын байқауға болады. Жоғарыда айтылғандар, әсіресе, діріл сигналының жоғары жиілікті (жылдам сөндіргіш) құрамдас бөлігі үшін өзекті болып табылады, ол көбінесе беттегі жоғары жиілікті тербелістердің таралуының әртүрлі түрлерімен анықталады.

Діріл өлшеулерін бақылау (тұрақты) дірілді өлшеу нүктелері деп аталатын сол жерлерде жүргізу маңызды.

Әдетте, сынақ нүктелеріндегі дірілді өлшеу қондырғының мойынтіректерінде, блоктың корпусында және анкерлік іргетас болттарында жүргізіледі.

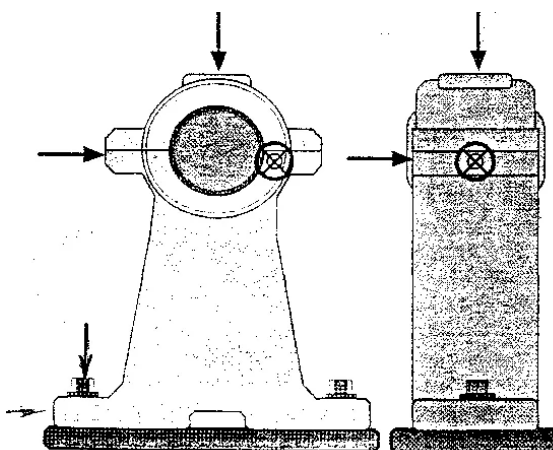
Абсолютті дірілді (көптеген механикалық ақауларды диагностикалау кезінде) өзара перпендикуляр үш бағытта өлшеу ұсынылады:

- көлденең айналу осі бар қондырғыларда тік, көлденең (көлденең) және осьтік;

- көлденең жазықтықта тік бұрышта орналасқан екі радиалды және осьтік - тік айналу осі бар қондырғыларда.

Дірілдің көлденең (көлденең) құрамдас бөлігін өлшеуге арналған түрлендіргіштер тірек кірістіру ұзындығының ортасына қарама-қарсы білік осінің деңгейінде орнатылады. Осьтік діріл құрамдас бөлігі мойынтіректің тіреуіш корпусындағы білік осіне мүмкіндігінше жақын жерде қақпақ пен корпус арасындағы көлденең саңылау жанында өлшенуі керек. Тік діріл құрамдас бөлігі мойынтірек қақпағының жоғарғы жағында оның қабығының ортасынан жоғары өлшенеді (2.1 - сурет).

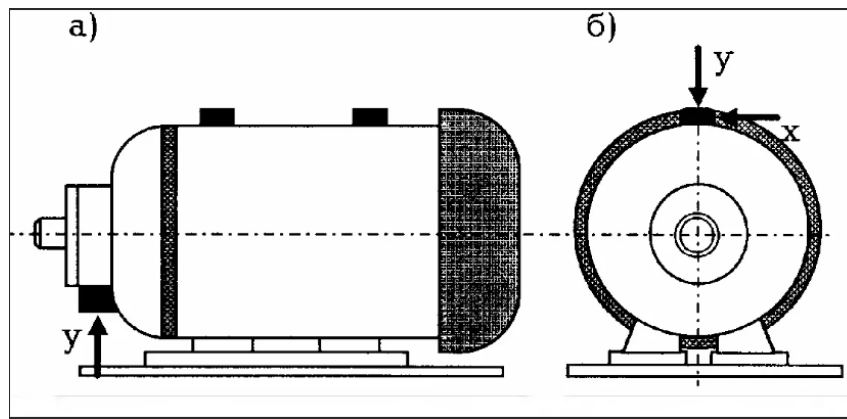
Агрегаттың негізгі осьтерімен сәйкес келетін өзара перпендикуляр бағытта дірілді өлшеу үшін мойынтірек қақпағының жоғарғы бөлігіне үш компонентті діріл датчигін орнату арқылы тік, көлденең және осьтік діріл құрамдастарын өлшеуге рұқсат етіледі.



2.1 Сурет – Мойынтірек корпусындағы дірілді өлшеуге арналған типтік бақылау нүктелері

Агрегаттың белгілі бір түйінінің техникалық күйін тану тұрғысынан жүйенің минималды қаттылығының бағытына сәйкес келетін көлденең бағыт шешуші болып саналады.

Домалау мойынтіректерді диагностикалау кезінде дірілді өлшеу мойынтіректер тіректерінде көлденең бағытта, жақсырақ 2.2 - суретте (а) көрсетілгендей тіректің төменгі жағында жүргізіледі.



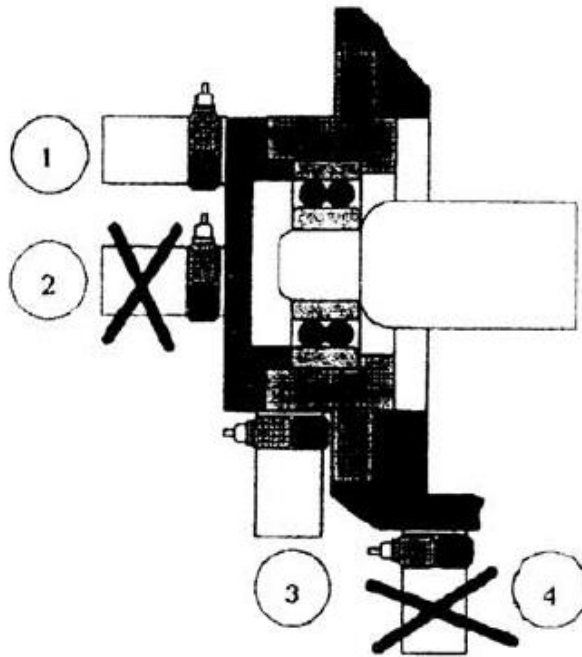
2.2 Сурет – Механикалық (а) және электромагниттік (б) жүйелерді диагностикалау кезіндегі электр машинасының дірілін өлшеу бағыттары мен нүктелері

Электр машиналарының механикалық және электромагниттік жүйелерінің үлгілерін диагностикалау үшін діріл сигналын өлшеу нүктелері мен бағыттары әртүрлі. Суретте. 2.4б оның электрлік асимметриясын вибродиагностикалау кезінде машина корпусындағы діріл сигналын өлшеудің негізгі нүктелерін көрсетеді. Кейбір жағдайларда көлденең діріл құрамдас бөлігін өлшеу кезінде бұл нүктелер мойынтіректердегі дірілді өлшеу нүктелерімен сәйкес келуі мүмкін. Кавитация сияқты ағынның бұзылуын көп жағдайда сорғы кірісінің жанындағы корпустың діріл сигналын өлшеу арқылы бақылау керек.

Датчиктерді орнату орны.

Датчикті оның өлшеу осі өлшеуге қажетті бағытқа сәйкес келетіндей етіп бекіту керек. Әдетте, өлшеу осі датчикті орнату жазықтығына перпендикуляр (оның жұмыс бетіне). Дірілді өлшеу және талдау мақсаты, әдетте, Зерттелетін объектідегі пьезодатчигін бекіту орындарының орналасуын белгілейді (2.3 - сурет).

Көп жағдайда дірілді өлшеудің мақсаты білік пен мойынтіректің жұмыс жағдайларын бақылау болып табылады. Датчикті мойынтіректің механикалық тербелістері оның жұмыс бетіне тікелей әсер ететіндей етіп орнату керек. 3-датчик мойынтіректің механикалық тербелістерін басқа қондырғылар мен агрегат бөлшектері қоздыратын дірілдің әсерінен аз қабылдайды, ал 4-датчикпен салыстырғанда, мойынтіректің тербелісі мен басқа агрегат түйіндері тудыратын механикалық тербелістерді қабылдайды. Сол сияқты, датчик 1 қарағанда механикалық тербелістердің таралуы тұрғысынан орынды орналасқан датчик 2. Корпустар мен қақпақтардың жұқа қабырғалы бөліктеріндегі дірілді өлшеуге жол берілмейді.



2.3 Сурет – Ұсынылған датчикті бекіту орындары

2.3 Өлшеу жүргізу тәртібі

Жабдықтың дірілін диагностикалық өлшеу мен зерттеуді шартты түрде келесі түрлерге бөлуге болады:

- жұмыс істеп тұрған агрегаттың бақылау өлшемдері;
- жұмыс істейтін қондырғының арнайы диагностикалық өлшемдері;
- тоқтатылған агрегатты тексеру.

Бақылау өлшемдері жабдықты пайдаланудың технологиялық режимдерінің оған әсерін ескере отырып, қондырғының техникалық жағдайын тануға және болжауға арналған.

Бақылау өлшемдерін өз кезегінде *ағымдағы дірілді бақылау* өлшеміне және *толық дірілді бақылау* өлшеміне бөлуге болады.

Тоқтатылған қондырғыны *арнайы диагностикалық өлшеу* және тексеру ақауларды және олардың пайда болу себептерін анықтауға, ақаулардың даму дәрежесін бағалауға және болжауға және оларды жою бойынша ұсыныстар жасауға арналған.

Ағымдағы дірілді бақылау өлшемінің міндеттері:

- бақылау нүктелеріндегі ағымдағы жалпы діріл деңгейін анықтау;
- ағымдағы жалпы діріл деңгейін нормалармен салыстыру (дабыл деңгейлері).

Егер жалпы діріл деңгейі белгіленген нормалардан асып кетсе (дабыл деңгейлері) немесе діріл деңгейін жоғарылату үрдісі пайда болса, дереу толық бақылау өлшемдерін жүргізу қажет.

Ағымдағы бақылау өлшемі ең аз еңбек шығындарымен дірілді неғұрлым қымбат толық бақылау өлшемдері арасындағы кезеңде жабдықтың

күйін бақылауды қамтамасыз етуге және көп жағдайда, егер ол орын алса, жабдықтың күйінің өзгеруіне уақытында назар аударуға мүмкіндік береді. Толық анықтамалық дірілді өлшеудің мақсаттары:

- бақылау нүктелеріндегі реттелетін тербеліс параметрінің ағымдағы деңгейін анықтау;

- жабдықтың күйін тану, оның ішінде реттелетін діріл параметрінің ағымдағы деңгейін нормалармен (дабыл деңгейлері) салыстыру;

- діріл деңгейінен (дабыл деңгейлерінен) асып кету анықталған жағдайда жоғары діріл (байланысты жағдайлар) қауіптілік дәрежесін және максималды діріл бар жерлерді оқшаулауды алдын ала бағалау;

- жабдықты пайдаланудың рұқсат етілгендігі туралы дереу шешім қабылдау. Егер мәселе өте күрделі болса, жиілік талдауын жүргізуге және өлшеу орнында дірілдің жалпы сипатын орнатуға болады, қажет болған жағдайда қосымша нүктелердегі діріл өлшенеді;

- өлшеу нәтижелерін тіркеу, сақтау және талдау;

- қондырғының ағымдағы жай-күйі және одан әрі жұмыс істеу мүмкіндігі туралы қорытынды жасау (мысалы, уақыт бойынша шектеусіз жұмыс, уақыт бойынша шектелген жұмыс, жұмыс істеуге болмайды және т.б.).

Дірілді толық бақылау өлшемі пайдалану персоналына сауалнама жүргізуді, қажет болған жағдайда жабдыққа арналған құжаттамамен танысуды, агрегатты тексеруді, діріл аппаратурасын дайындауды және дірілді өлшеуді жүргізуді, есепті құжаттаманы жасауды қамтуы тиіс.

Дірілді толық бақылау өлшеу қондырғының жұмыс режиміне араласусыз жүргізіледі және негізінен Бақылау өлшеу нүктелерінде (әдетте тіректерде) дірілдің үш құрамдас бөлігін өлшеумен шектеледі. Кейде бақылау өлшеу нүктелеріне базалық нүктелер (жақтаулар, іргетас болттары), статор және агрегаттың басқа бөліктері кіреді, онда діріл белгіленген рұқсат етілген мәннің кез келген бақылау нүктелерінің діріл параметрінің мәніне жеткен жағдайда ғана өлшенеді.

Толық бақылау өлшемі құрылғының күйін тануға, дірілдің ықтимал себептерін анықтауға және қажет болған жағдайда ықтимал топтан нақты себебін ажырататындай етіп кейінгі жұмыстарды құруға мүмкіндік береді.

Егер агрегаттың дірілін толық бақылау өлшемінің нәтижелері бойынша жоғары дірілдің себептерін біржақты анықтау мүмкін болмаса, онда бағдарлама жасалып, жұмыс істеп тұрған агрегатты арнайы диагностикалық тексеру жүргізіледі.

Ол әдетте мыналарды қамтиды:

- агрегаттың барлық тораптары мен бөліктерінің, соның ішінде барлық құбыр байламдарының, бекіту элементтерінің, рамасы мен іргетасының, агрегат тораптарының корпусының дірілін өлшеу;

- дірілдің құрылғының жұмыс режимінің өзгеруіне тәуелділігін анықтау. Зерттеуге қажетті агрегаттың бірқатар режимдері қалыпты пайдалану ережелерімен белгіленген шектен шығуы мүмкін, сондықтан

арнайы диагностикалық тексеру бағдарламасы операциялық персоналмен келісіліп, кәсіпорынның техникалық жетекшісімен бекітілуі керек;

- аппаратураның барлық мүмкіндіктерін қолдана отырып, дірілді кеңейтілген талдау (жиілік диапазоны мен ажыратымдылығын максимизациялау, конверт спектрлерін, жиілік пен фазалық сипаттамаларды талдау және т.б.).

Зерттеулер әр түрлі факторлардың діріліне әсерін тәжірибелік анықтауды қамтиды: жылу күйі, айналу моменті, салқындату жағдайлары және т. б. бұл жағдайда келесі жұмыстар жүргізілуі мүмкін:

- агрегатты іске қосу және тоқтату кезінде жиілік сипаттамаларын алу;
- режимдік сипаттамаларды алып тастау;
- агрегат пен құбырлардың меншікті жиіліктерін анықтау;
- өнім құбырларының, аппараттардың, май құбырларының және т. б.

діріл сипаттамаларын алу.;

- өз мойынтіректеріндегі роторларды теңестіру және т. б.

Типтік зерттеулерді барынша азайтып, мүмкіндігінше агрегатты жүктеудің және түсірудің бір циклі үшін жоспарланған эксперименттердің барлық кешенін жүргізуді қамтамасыз ету үшін осындай ретпен жүргізу керек.

Минималды бөлшектеу кезінде тоқтаған қондырғыны тексеру әдетте мойынтіректерді тексерумен, қондырғының тораптарының туралануын және муфталардың жай-күйін тексерумен, ықтимал бұзылу орындарын және роторлардың қол жетімді бөлігін тексерумен шектеледі.

Агрегатты жөндеу кезінде роторларды ішінара бөлшектеу, оларды жан-жақты тексеру, оның ішінде кілттік қосылыстар мен басқа монтаждық түйіспелерді тексеру бойынша жұмыстар жүргізілуі мүмкін. Зерттеу нәтижелері бойынша дірілдің жоғарылау себептері және оны жою әдістері туралы қорытынды жасалады.

Дірілді тексеру әрдайым дірілдің жоғарылау себебін нақты анықтауға әкелмейтінін ескеру қажет, сондықтан осы тексерудің қорытындысында дірілдің барлық мүмкін себептері көрсетілуі керек және жоспарланған жөндеу жұмыстары осы себептердің барлығын жоюды қамтамасыз етуі керек.

Өлшеу кезеңділігі.

Көп жағдайда агрегаттың механикалық ақауларының даму кезеңі, соңғысы шекті күйде болғанға дейін, оларды мерзімді діріл мониторингі құралдары мен әдістерімен анықтау үшін жеткілікті.

Ақаудың даму кезеңі көптеген факторларға байланысты (мысалы, тозу түрі) және бірнеше минуттан немесе сағаттан (кептелу кезінде) көптеген айларға дейін (абразивті тозу кезінде) болуы мүмкін. Сондықтан дірілді мезгіл-мезгіл өлшеу аралығы әдетте бақыланатын ақаулар тізімі мен жабдықтың жұмыс режиміне байланысты таңдалады. Көп жағдайда интервал 10...30 күн құрайды, агрегаттардың көптеген механикалық ақауларының дамуындағы жағдайдың өзгеруін уақтылы тану үшін жеткілікті деп саналады.

Құрылғының күйінің күрт өзгеруі кейде бір айға қарағанда әлдеқайда жылдам болуы мүмкін: бұл күндер, минуттар және тіпті секундтар болуы мүмкін. Дәл осы сәтте дірілді өлшеу ықтималдығы аз, сондықтан сыни жабдықтар үшін тұрақты дірілді бақылау үшін стационарлық жүйелер орнатылады немесе деректерді жинау арасындағы аралықтарды едәуір қысқартады. Тек стационарлық дірілді бақылау жүйесі апатты болдырмауы мүмкін.

Мерзімі бойынша келесі діріл өлшемдері ажыратылады:

- жөндеуден және орнатудан кейін;
- өңдеу процесі аяқталғаннан кейін;
- пайдаланудың бастапқы кезеңінде;
- пайдалану процесінде;
- технологиялық режимді бұзғаннан кейін;
- құрылғының күйі өзгергеннен кейін;
- агрегатты жөндеуге тоқтатар алдында.

Жөндеуден кейінгі сынақтар процесінде жөндеу жүргізу сапасын бағалау және діріл параметрлері бойынша агрегаттың жай-күйін тану мақсатында толық бақылау өлшемдері жүргізіледі.

Егер бақылау нүктелеріндегі дірілдің ағымдағы деңгейлері бағалау шегінде қанағаттанарлық болса, онда агрегат пайдалануға қабылданады. Осы кезеңде ағымдағы бақылау өлшемдерін жүргізу үшін нүктелер санын азайту қажет. Осы кезеңде тіркелген діріл деңгейлері мен спектрлерін тірек (анықтамалық) ретінде қабылдау керек. Егер нүктелердің біреуінің ағымдағы діріл деңгейі бағалау аймағының шекарасында болса, онда мүмкін ақаулар мен оларды жою жолдарын көрсете отырып, диагностика жүргізіп, техникалық жай-күйі туралы қорытынды жасау қажет.

Пайдаланудың бастапқы кезеңінде және қондырғының номиналды технологиялық режимге шығуы бірнеше (3...5) кезеңділікпен толық Бақылау өлшемдерін 1...2 апта. Егер дірілдің ағымдағы деңгейі бағалау шегінде қанағаттанарлық түрде қалса, қондырғы пайдалануға қалдырылады.

Пайдалану процесінде өлшеу жиілігі әдетте қондырғының күйіне және діріл тенденцияларының сипатына байланысты белгіленеді.

Егер дірілдің қарқындылығы бағалау шекарасында қанағаттанарлық болса және діріл трендінің өсу үрдісі болмаса (мысалы, діріл жылдамдығының ҚҚҚ айына 1 мм/с аспайтын өсу кезінде), онда дірілді толық бақылау өлшеулері ең көп дегенде 3 ай аралықпен жүргізіледі.

Егер дірілдің ағымдағы деңгейі бағалау шекарасында болса рұқсат етіледі, бірақ күй шекарасына шекті рұқсат етілмесе, онда (егер ағымдағы бақылау өлшемдері жүргізілсе ғана) толық Бақылау өлшемдерін де 1...3 ай интервалмен жүргізуге рұқсат етіледі.

Егер ағымдағы діріл шекті деңгейге жетсе, онда аптасына кемінде бір рет толық бақылау өлшеулерін жүргізу және мүмкіндігінше жөндеуді жоспарлау қажет.

Қондырғыны бірнеше күнде жөндеуге жоспарлы түрде тоқтатпас бұрын (неғұрлым аз болса, соғұрлым жақсы) "жөндеу алдында" деген белгімен толық Бақылау өлшемдерін жүргізу керек. Бұл болашақта жүргізілген жөндеудің сапасын сенімді бағалауға көмектеседі.

3 Тау-кен машиналарының жағдайын бағалау

3.1 Конвейерлер

Таспалы Конвейер (ағылш.: conveyor) - тұйық (шексіз) иілгіш таспа түріндегі біріктірілген жүк көтергіш және тартқыш органы бар үздіксіз әрекет ететін тасымалдау құрылғысы.

Шахта конвейерін өндірушілер:

"Донецкгормаш" ААҚ ксд27, КСД29, СПЦ26, КСД26 шахталық қырғыш конвейерлерін және таспалы конвейерлерді шығарады: карьерлік КЛКЗ, КЛКМ, КЛКМ(н), КЛКО; шахталық учаскелік 1л800д, 1Л1000д, магистральдық 4л1200д, 4Л1400Д, 2Л1000Д, ZL1000D;

- "Александровский машина жасау зауыты" ААҚ таспалы конвейерлер шығарады (ұңғыма, телескопиялық, арқанмен, адамдық, көлбеу): КЛ650, 1Л80У, 1Л80У-02, 1ЛП650, 1ЛТ80У, 1ЛТП80У, 2Л80У, 2Л80У-01, 2ЛТ80У, 2ЛТ80У-01, 2ЛТП80У, Л1000КУ, Л1000КУ-01, Л1000КУ-02, 2Л1000А, 3ЛН1000А, 1Л120-02-2, 1ЛП1200А, 3Л120Б, 3Л120В;

"Анжер машина жасау зауыты" ААҚ жиналмалы қырғыш (1С50-01, 2СР70М, 2СР70М-05); тазалау механикаландырылған кешендерінің құрамында жұмыс істейтін лава қырғыш конвейерлері: Анжер-26, Анжер-30, Анжер-34;

- "Новокураматорлық машина жасау зауыты" ЖАҚ конвейер таспасының ені 800-ден 1400 мм-ге дейін және таспаның жылдамдығы 1...2,5м/с болатын шахталар мен кеніштерге арналған таспалы конвейерлер шығарады ;

- Первоуральск тау-кен жабдықтары зауыты өнімділігі 142 - ден 2200 м3/сағ дейін; конвейер таспасының ені 500-ден 1600 мм-ге дейін және таспа жылдамдығы 1,5-3 м/с дейін конвейерлер шығарады;

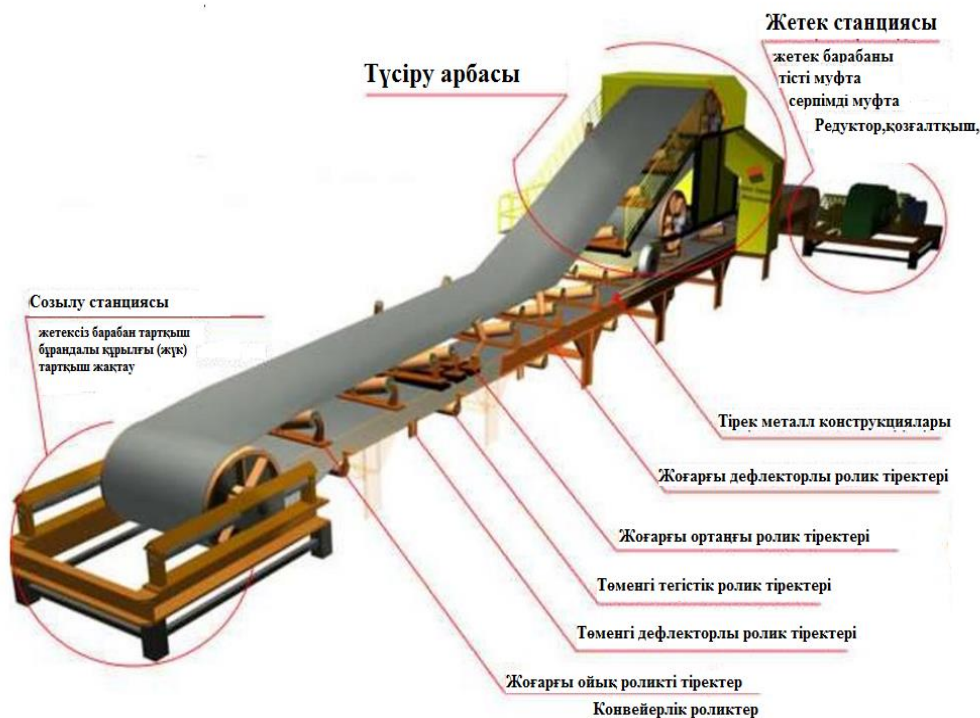
- "ВЕНТПРОМ "Артемов машина жасау зауыты" ААҚ Тау массасын тасымалдауға арналған таспалы конвейерлер шығарады: КЛ-140-250, КЛ-600, КЛ-650-L, КЛ-800-L, КЛЗ-500ПМА, 2КЛ-1000, КЛК-1-100, КЛК-2-100, КЛК-500К, КТМ-А, КЛЗС-2-А, КЛШ-500М.

3.1 - суретте таспалы конвейердің жалпы құрылғысы көрсетілген.

Таспалы конвейер КЛК-2-100.

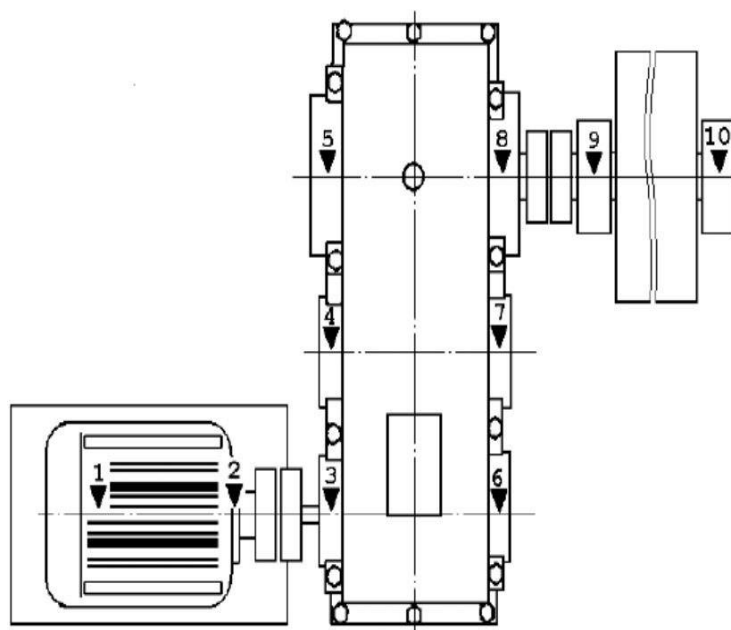
Көмір мен басқа да тау-кен массасын 350 мм-ге дейінгі кесектермен жоспардағы түзу сызықты тау-кен қазбалары бойынша тасымалдауға арналған.

Конвейер жетек және соңғы станциялардан, консольді түсіру жебесінен, телескопиялық керу құрылғысы бар автоматты тарту станциясынан, еден немесе аспалы ставадан, таспа ұстағыштан, тиеу науасынан, жарылыстан қорғалған орындаудағы іске қосу реттеу аппаратурасынан тұрады. Тартқыш тасымалдаушы орган ретінде жануы қиын резеңке мата таспасы қолданылады.



3.1 Сурет – Таспалы конвейердің конструкциясы

Көмір және тау-кен өнеркәсібінде ең көп таралған таспалы конвейерлер болды. Дірілді өлшеу әдетте мойынтірек түйіндерінің қақпақтарындағы жетек станциясында жүзеге асырылады (3.2 - суретті қараңыз).



3.2 Сурет – Таспалы конвейердің жетегінің өлшеу схемасы

Конвейер ақауларын талдау келесі сипаттамалық ақауларды анықтауға мүмкіндік береді:

- электр қозғалтқышы мен барабанның теңгерімсіздігі;
- «электрқозғалтқыш – редуктор» және «редуктор – барабан» біліктерінің сәйкес келмеуі;
- байланыстырушы муфталар элементтеріндегі ақаулар;
- мойынтіректердің бос орналасуы;
- беріліс қорабындағы беріліс ақаулары (осьтің тураланбауы, питтинг, үгілу, жарықтар және т.б.);
- мойынтірек ақаулары (жоғары саңылаулар, домалау элементтерінің ақаулары, сепаратор мен майлау ақаулары);
- іргетасқа бекітудегі ақаулары.

Критикалық деңгейді электр қозғалтқыштары мен беріліс қораптары үшін $СК= 7,1$ мм/с тең болатын діріл жылдамдығының ОКМ мәндері деп санауға болады.

Ақаулардың ең көп тараған түрі - электрқозғалтқышының теңгерімсіздігі – яғни, ротордың инерция осі айналу осімен сәйкес келмегендегі күйі. Ротордың теңгерімсіздігі мойынтіректерге әсер ететін орталықтан тепкіш күшке әкеледі (айналу жылдамдығы тең жиілікпен), бұл мойынтіректердің қызмет ету мерзіміне сөзсіз әсер етеді. Жұмыс кезінде теңгерімсіздіктің негізгі себептері: үйкеліс бөліктерінің тозуы, эрозия, коррозия; біркелкі емес тозу; біліктерге бөлшектердің бос орналасуы; біліктің иілуі; сыну, ротордың бөліктерінің зақымдалуы; ластануы, бөлінуі.

3.1 Кесте – Техникалық сипаттамасы

Есептік өнімділік, т/сағ, артық емес	800
Қабылдау қабілеті, м ³ /мин	13,2
Конвейердің көлбеу бұрышындағы тасымалдау қашықтығы нөл градус., т, артық емес	700
Таспаның қозғалыс жылдамдығы, м / с	2,5±0,25
Жүк көтергіш элементтің ені, мм	1000±15
Конвейердің көлбеу бұрышы, град.	От -3до +18
Электр жетегінің белгіленген қуаты, кВт	180(2x90)
Кернеу, В	660
Электр жабдықтарының түрі	РВ
Става түрі	Арқан
Жеткізу жиынтығының салмағы, кг, артық емес	85500

Ақаулардың тән белгілері болып табылады:

- діріл бағыттары: діріл көлденең де, осьтік бағытта да болуы мүмкін, алайда, мойынтіректің әртүрлі қаттылығына байланысты, әдетте көлденең-көлденең тербеліс тікке қарағанда жоғары болады;

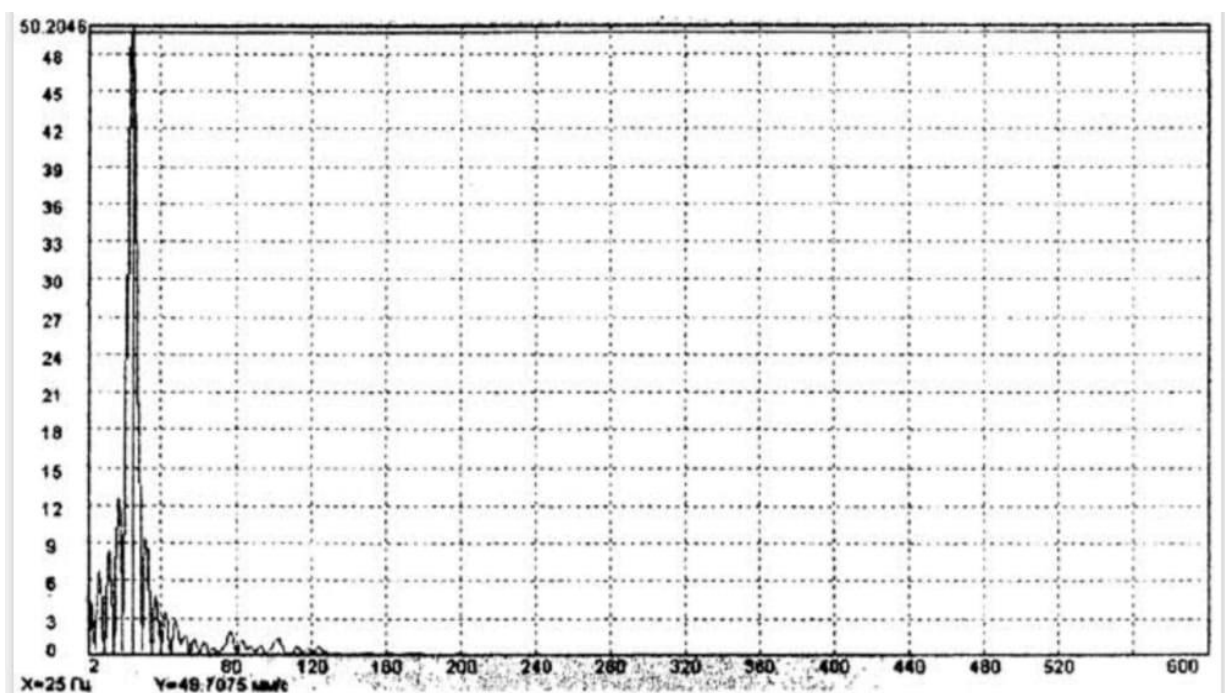
– сипаттамалық жиіліктер: тербелістер ротордың айналу жиілігінде айқын көрінеді, айналымдар санына еселік болатын жиіліктері бар тербелістер мүмкін;

– іргелі айналу жиілігіндегі шыңы f_p , шағын гармоникалық деңгейлер $2 \times f_p$, $3 \times f_p$ және негізгі жиіліктің жоғары гармоникасы.

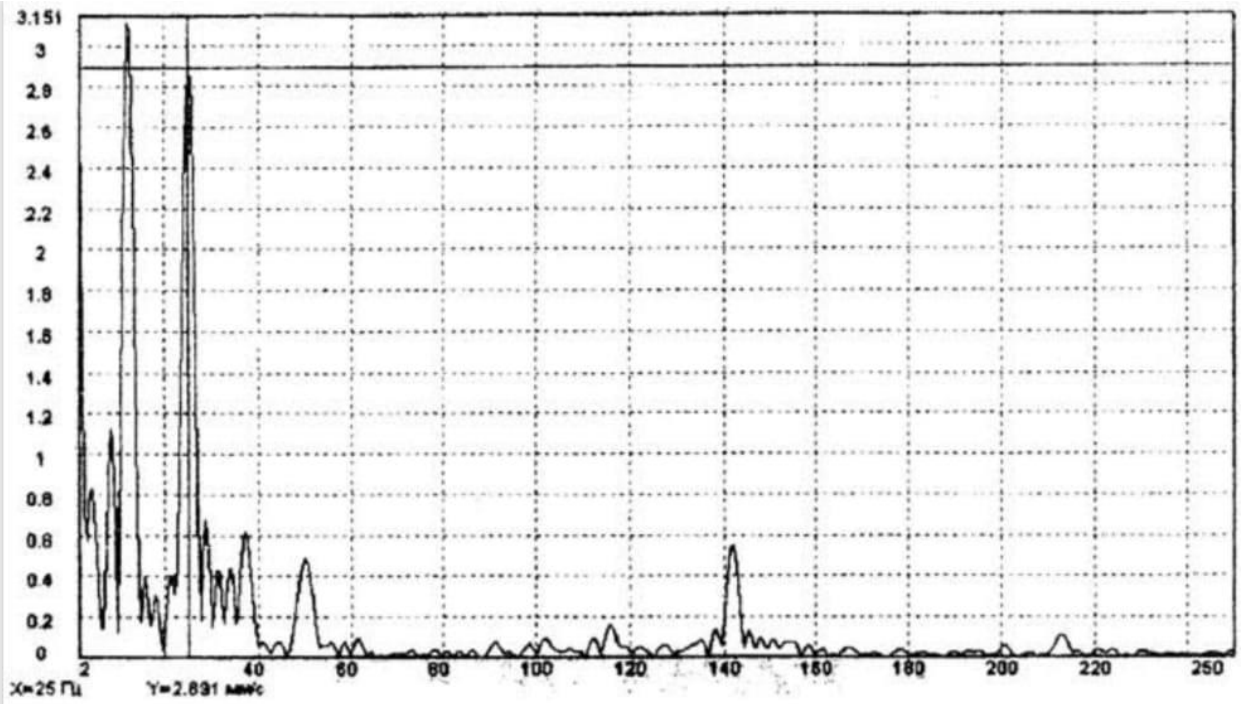
Жиі кездесетін ақаулардың екінші түрі-сәйкессіздік немесе орталықтандыру –қосқыш муфталармен байланысқан машина роторларының осьтерінің сызықтық немесе бұрыштық жылжуы. Іс жүзінде, әдетте, біліктердің осьтік және бұрыштық жылжуымен бір мезгілде көрінісімен күресу керек.

Сәйкессіздік (несоосности) себептері монтаждау ақаулары болып табылады; іргетастың ақаулары; мойынтіректердің өзара орналасуындағы операциялық өзгерістер.

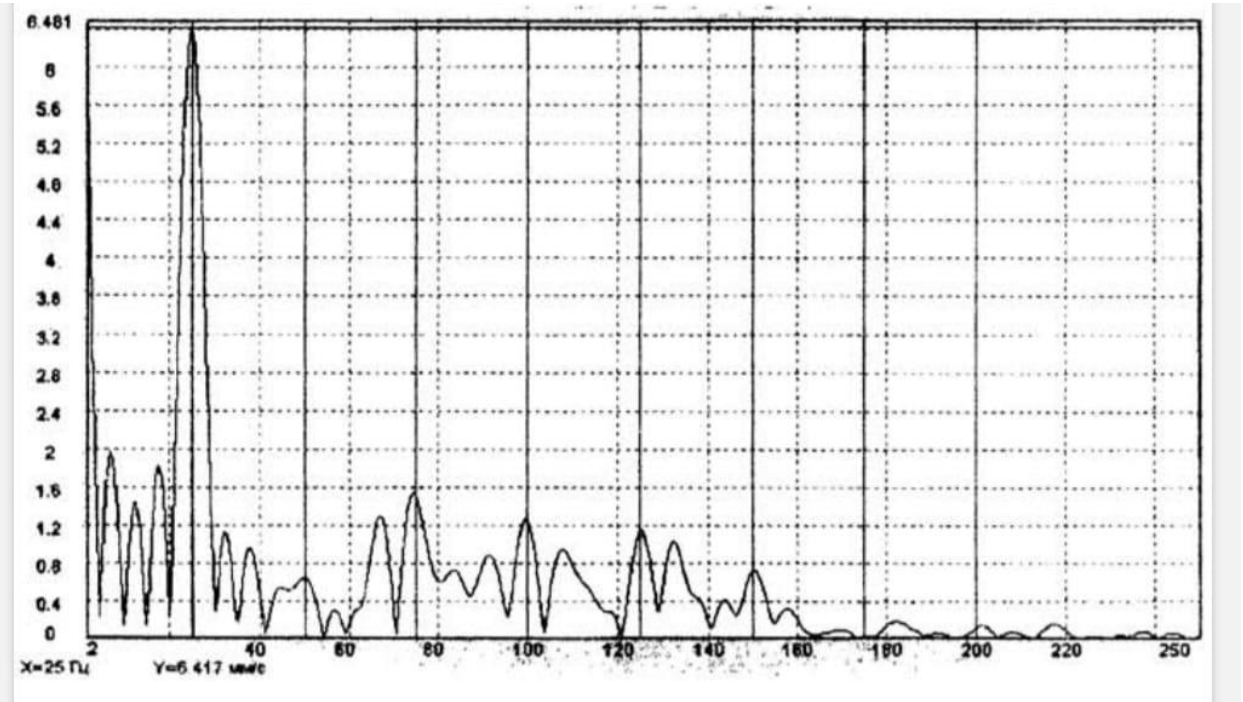
Конвейерлердің электромеханикалық жабдықтарының техникалық жай-күйін зерттеу нәтижелерін талдау олардың диагностикасын жүргізуге және пайдаланудың қалдық ресурсын болжауға әдістемелік тәсілдердің дұрыстығын растады (3.3-3.8 - суреттер).



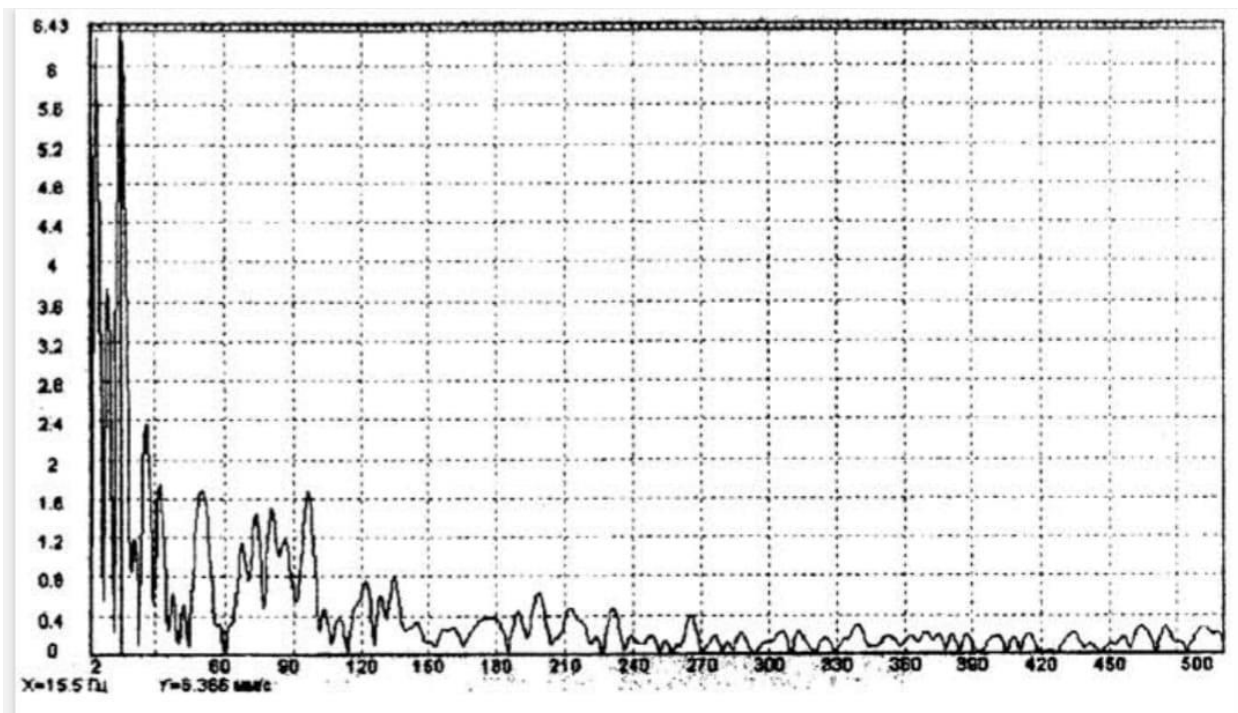
3.3 Сурет – Таспалы конвейердің электр қозғалтқышының теңгерімсіздігі (дибаланс)



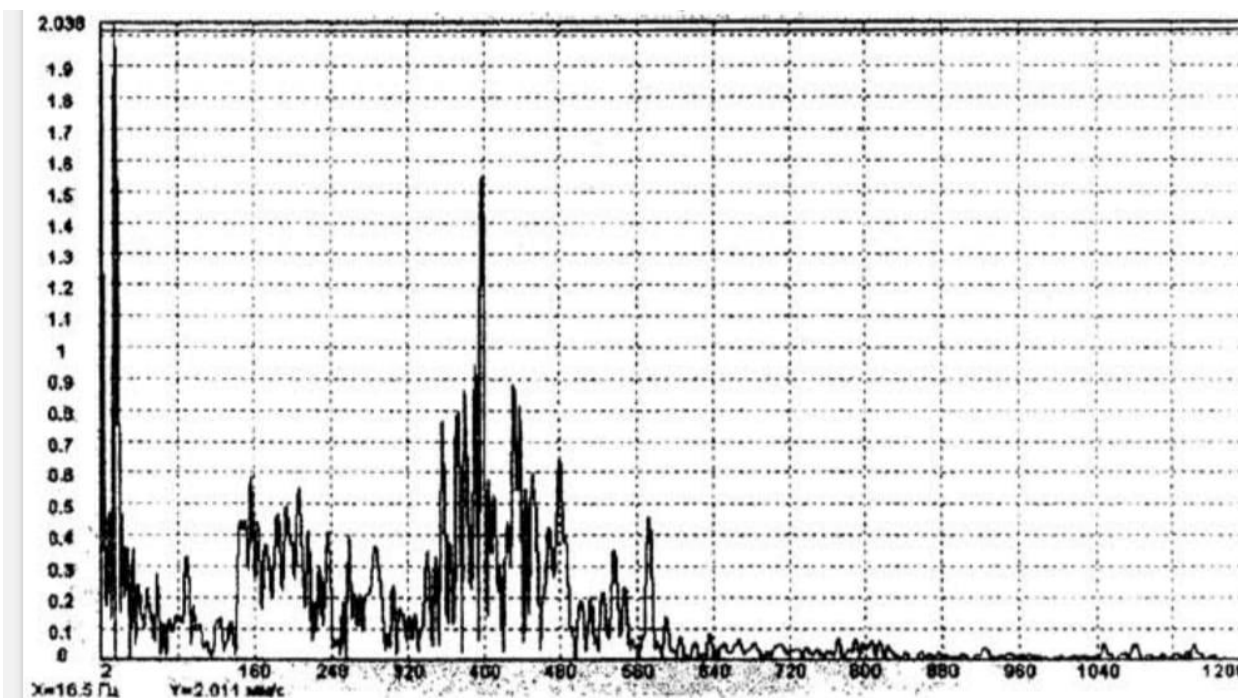
3.4 Сурет – Таспалы конвейердің электр қозғалтқышының роторының көлденең жазықтықта орналаспауы (расцентровка)



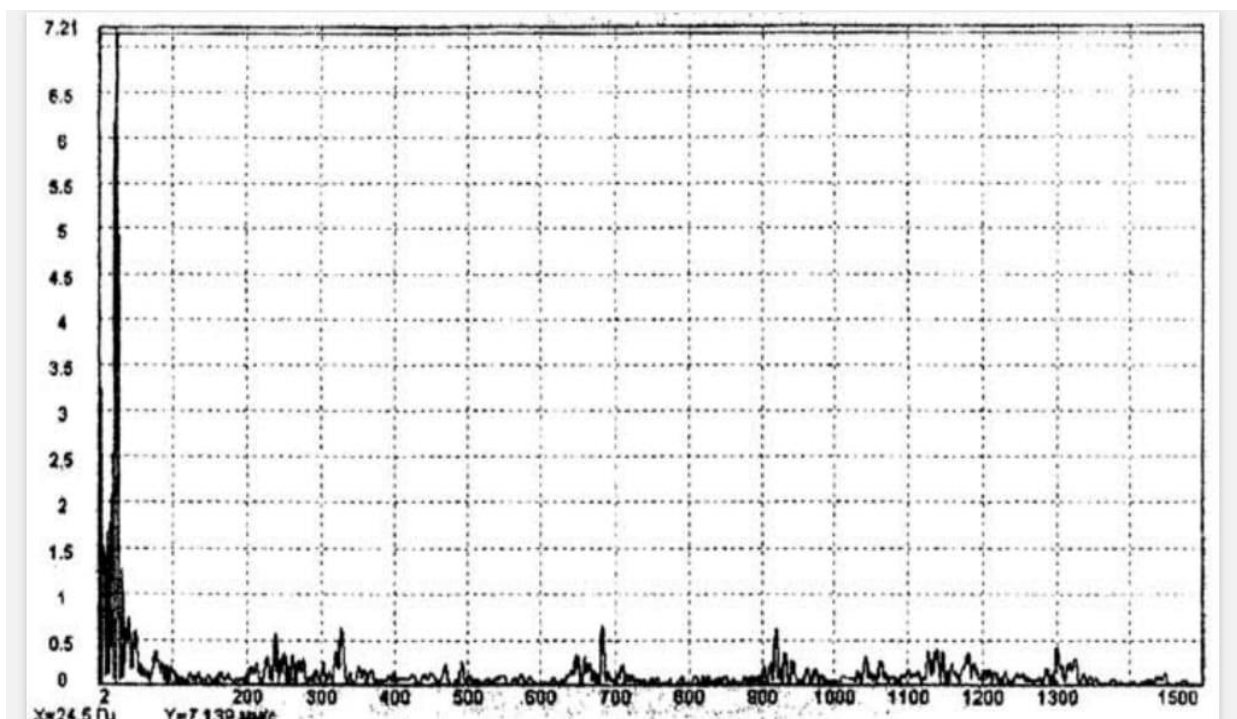
3.5 Сурет – Электр қозғалтқышының роторының теңгерімсіздігі(дисбаланс), мойынтіректі бекітудің әлсіреуі



3.6 Сурет – Теңгерімсіздік пен радиалды тура келмеу күштеріне байланысты таспалы конвейер қозғалтқышының мойынтіректерінің бос отыруы (посадки)



3.7 Сурет – Втулка-саусақ муфтасы элементтерінің ақауы, таспалы конвейер мойынтірегiнiң майлау режимiнiң бұзылуы

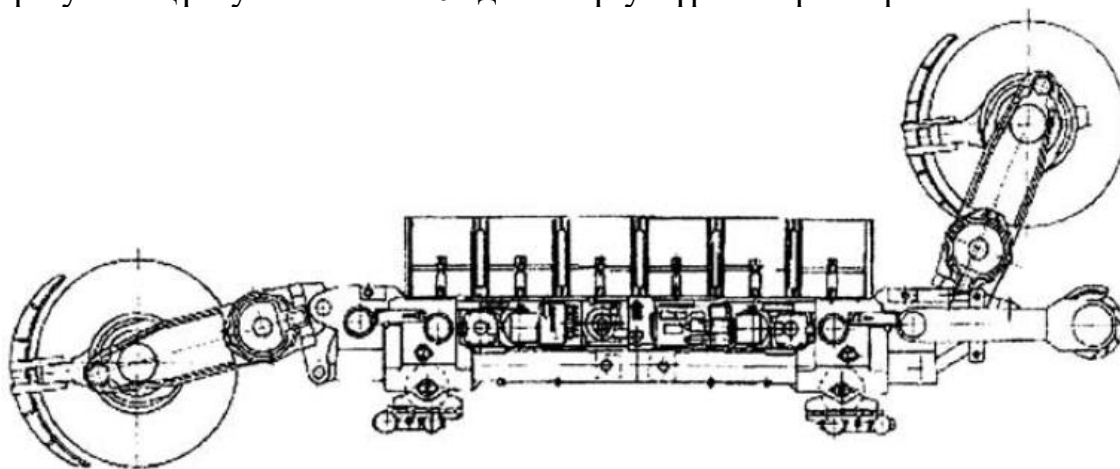


3.8 Сурет – Таспалы конвейер редукторының беріліс ақауы

3.2 Тазарту комбайндары

Тазарту комбайны - пайдалы қазбаны жою және оны конвейерге тиеу, ал кейбір жағдайларда пайдалы қазбаны тасымалдауға болатын мөлшерге дейін ұсақтау операцияларын бір уақытта орындайтын құрама тау-кен машинасы.

К700а тазартқыш Комбайн (3.9 - сурет, 3.2 - кесте) қуаты 2,8...5,5м қабаттарды өңдеуге арналған. Шаң мен газ бойынша қауіпті 360 кН/м дейін көмірдің кесуге төзімділігімен көтерілу және құлау бойынша 25° дейін және көтерілу мен құлау бойынша 10° дейін түсу бұрыштары бар.



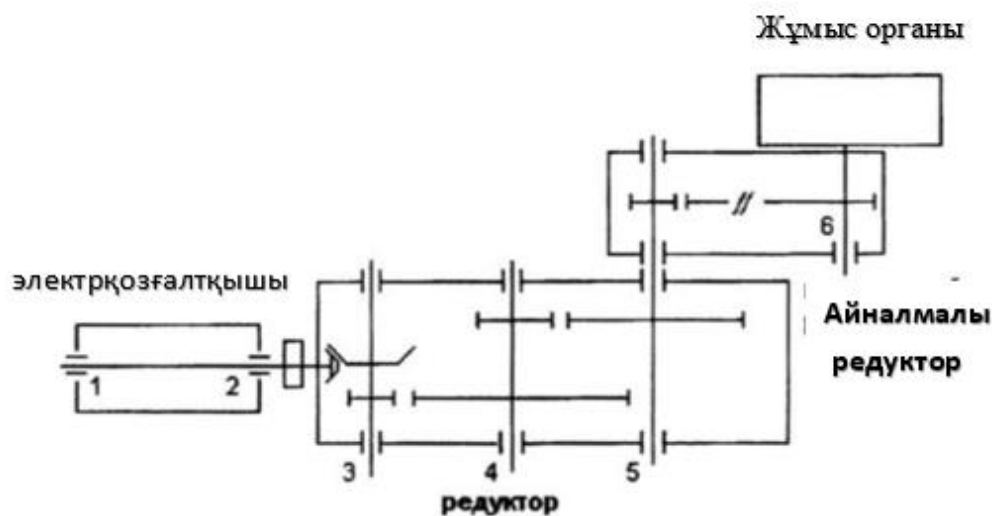
3.9 Сурет – К700А тазарту комбайны

3.2 - кесте – К700А тазарту комбайнының техникалық сипаттамасы

Комбайн жетегінің жалпы номиналды қуаты, кВт	850 (350x2+60x2+15x2)
Номиналды кернеу, В	1140
Электромагниттік тежегіш негізінде электр беру механизмі:	
- номиналды қуаты, кВт	60x2
- максималды жұмыс беру жылдамдығы, м/мин	10
- тарту күші, кН	600
Ресурс, млн.т	4,0 кем емес

Тазартқыш комбайндардың негізгі ақаулары:

- электр қозғалтқышының теңгерімсіздігі;
- муфталар элементтерінің ақаулары;
- орталықтандыру;
- мойынтіректердің орналасуын әлсірету;
- редуктордағы тісті беріліс ақаулары;
- мойынтіректердің ақаулары (саңылаулардың ұлғаюы, домалау денелерінің, сепаратордың ақаулары).



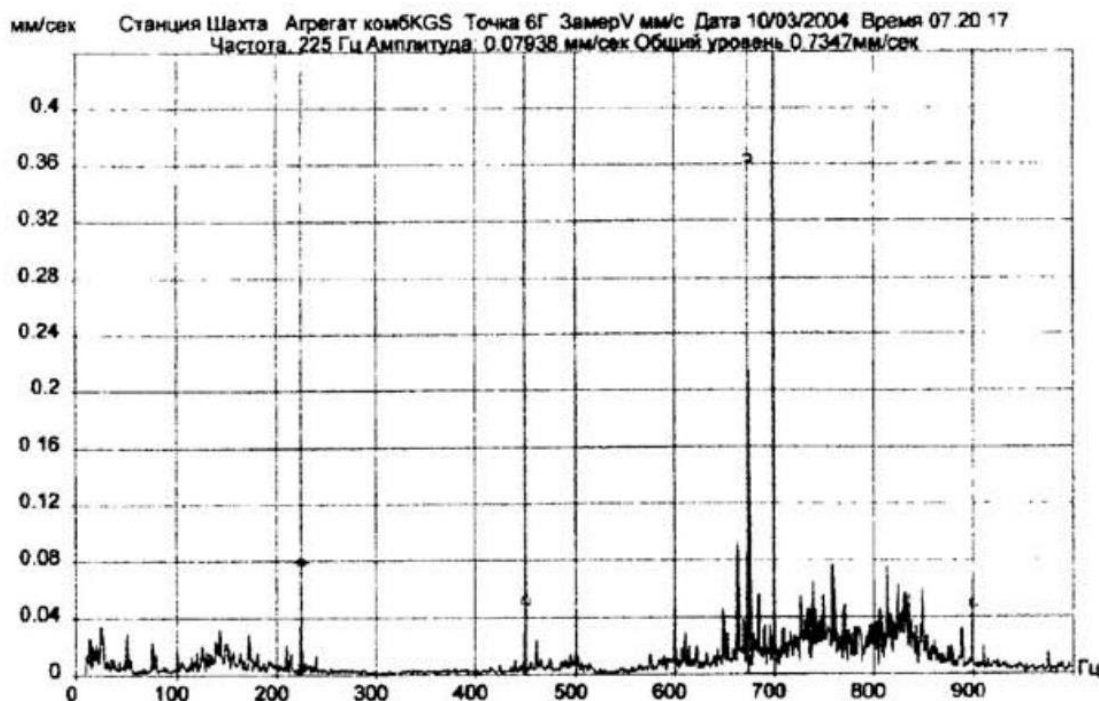
3.10 Сурет – Тазарту комбайнын өлшеу схемасы

Критикалық деңгей ОКМ тербеліс жылдамдығына тең:

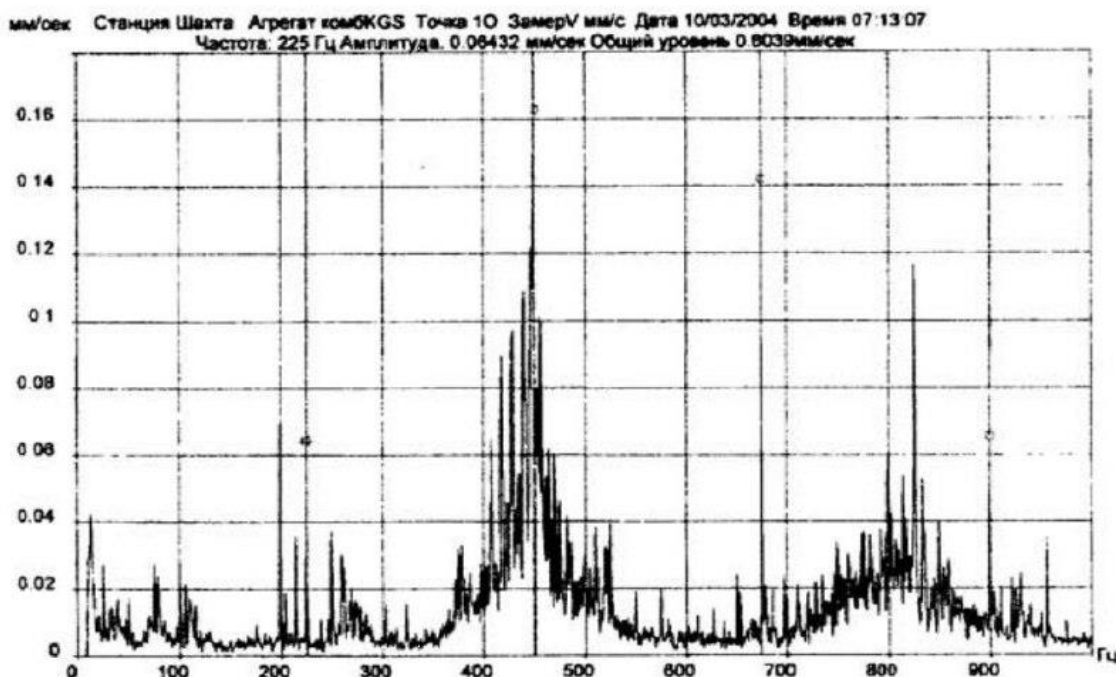
- электр қозғалтқыштары үшін: 7,1 мм/с;
- редукторлар үшін бір мәнді бағалау жиі қиын (агрегаттың кинематикасымен, тісті байланыстыру формасымен және т. б. сипатталады),бірақ бірінші жуықтауда ОКМ = 7,1 мм/с қабылдауға болады.

Редукторлар мен домалау мойынтіректерін диагностикалау үшін дірілді жеделдетудің ең жоғары мәні қолайлы параметр болып табылады.

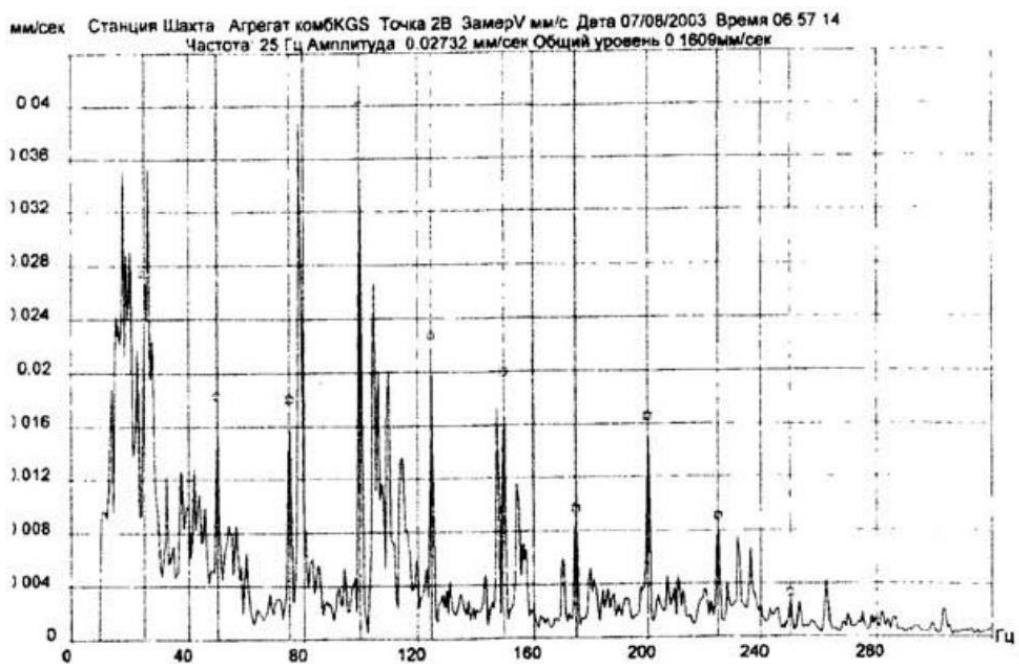
3.11-3.14 - суреттерде келтірілген спектрлер редуктордың беріліс қорабының тозуы, майлау режимінің бұзылуы, электр қозғалтқышының теңгерімсіздігі және білік өткізгіштің центрленуі салдарынан редуктордың беріліс қорабында пайда болатын соққыларды сипаттайтын компоненттермен қаныққан.



3.11 Сурет – Айналмалы беріліс қорабының мойынтірек жинағының спектрі

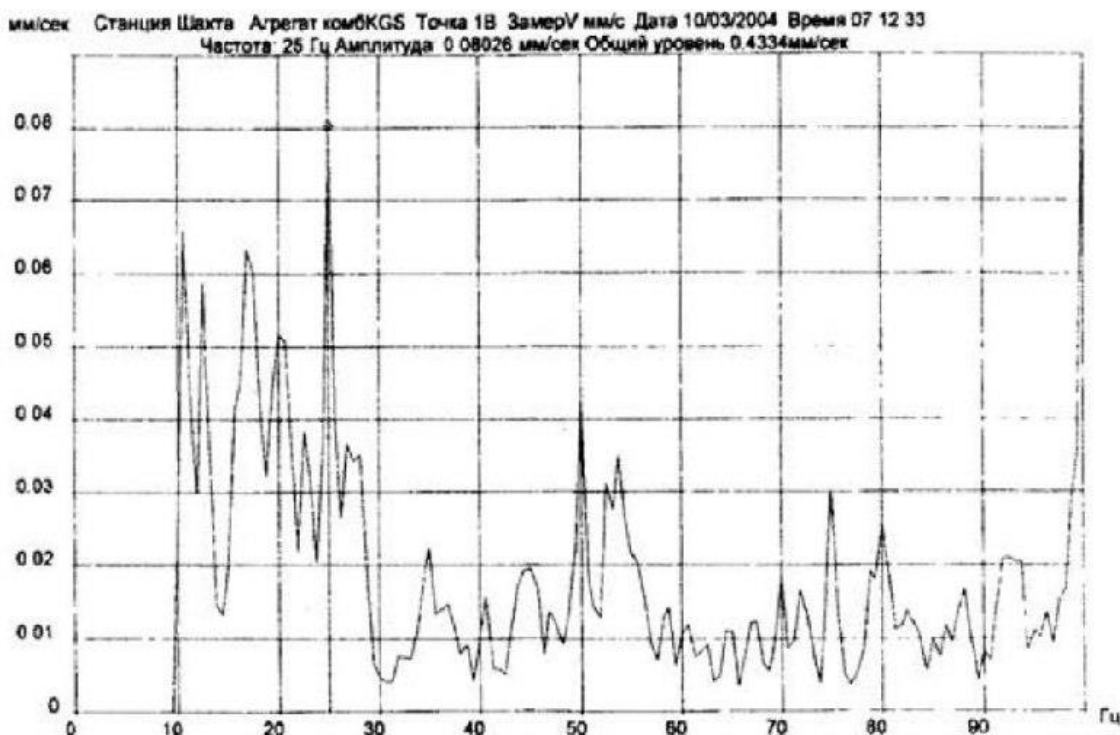


3.12 Сурет – Тісті берілістегі соққылар, майлау режимін бұзу



3.13 Сурет – Электр қозғалтқышының теңгерімсіздігі, білік сызығының дұрыс келмеуі, майлау режимінің бұзылуы, сепаратордың ақауы

3.14 - суретте ақаулардың пайда болуының бастапқы кезеңін көрсетеді. Түзету әсер ету шараларын қолданбау ақаулардың дамуына және жалпы діріл деңгейінің жоғарылауына әкеледі.



3.14 Сурет – Электр қозғалтқышының теңгерімсіздігі, сепаратордың ақауы

4 Тау кен жабдықтарын пайдалану процесінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету

4.1 Жалпы ережелер

Еңбекті қорғау – өмір мен денсаулық үшін қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз етуге бағытталған техникалық, санитарлық-гигиеналық және құқықтық іс-шаралар жүйесі. Еңбекті қорғау саласындағы негізгі ережелер ҚР Еңбек туралы заңнамасының негіздерімен бекітілген. Негіздерде тұжырымдалған еңбекті қорғау жөніндегі талаптар Қауіпсіздік техникасы бойынша жалпы, салааралық және салалық Қағидаларда, санитарлық нормалар мен Қағидаларда нақтыланады.

Еңбекшілердің денсаулығын сақтау, кәсіптік ауруларды және өндірістік жарақаттануды жою – мемлекеттің басты мәселелерінің бірі. Кәсіптік аурулардың алдын алу желдету, жарықтандыруды жақсарту, шу деңгейін төмендету және т.б. көмегімен ортаны қалыпқа келтірумен қамтамасыз етіледі; жарақаттанудың алдын алу – Қауіпсіздік техникасы әдістерімен. Негізінен еңбек қауіпсіздігі жүйесінің (ЕҚЖС) мемлекеттік стандарттарының кешенін құру аяқталды, қауіпсіздік талаптары шығарылатын өнімге арналған стандарттар мен техникалық шарттарға енгізілді.

Еңбекті қорғау жөніндегі іс-шараларды кәсіпорындар әкімшілігі кәсіподақ органдарының бақылауымен жүргізеді. Еңбекті қорғауды қадағалауды мамандандырылған мемлекеттік органдар да жүзеге асырады: мемлекеттік техникалық қадағалау, энергетикалық қадағалау, санитарлық қадағалау. Еңбекті қорғау саласындағы заңдылықтың сақталуын жалпы қадағалау ҚР Прокуратурасына жүктелген.

Жер асты қазбаларындағы еңбек жағдайларының өзіне тән ерекшеліктері бар: машиналар мен механизмдердің жинақы болуына, жұмыс орындары мен өтпелердің габариттік өлшемдерінің шағын болуына, адамдардың тар өткелдер мен тік жұмыс орындарында қозғалуына қарамастан жабдық тар жағдайда орналасады; жабдық, жұмыс орындары мен жұмысшылар кенжар қозғалған сайын үнемі қозғалады. Шахта атмосферасының ылғалдылығы мен шаңдылығының жоғарылауы және оның агрессивтілігі жабдықтың қарқынды тозуына ықпал етеді, бұл машиналар мен механизмдердің істен шығуын арттырады, санитарлық-гигиеналық еңбек жағдайларын нашарлатады. Жер асты жұмыстарында тау жыныстарының опырылуы мен су басу қаупін, тау жыныстары мен газдардың кенеттен атқылауын, тау жыныстарының жарылуын, жер асты өрттерін жоққа шығаруға болмайды.

Мұның бәрі тау-кен жұмыстарын жүргізудің терең білімі мен жоғары өнерін және жұмыс жүргізу қауіпсіздігі ережелері мен нормаларын, жабдықты қауіпсіз пайдалану ережелері мен нормаларын қатаң сақтауды талап етеді.

4.2 Діріл және Шу

20-дан 20000 Гц-ке дейінгі жиілік диапазонындағы серпімді орта бөлшектерінің күрделі механикалық тербелістерін адам құлағы шу ретінде қабылдайды. Физиологиялық тұрғыдан Шу адамға жағымсыз әсер ететін дыбыстар деп аталады.

Діріл – механикалық тербелістердің кез келген серпімді ортада таралу процесі. Жиілігі 20 Гц-тен төмен механикалық денелердің тербелісін адам діріл ретінде, ал 20 Гц-тен жоғары жиілікті – бір мезгілде діріл мен шу ретінде қабылдайды. Тау-кен машиналарының шуы мен дірілі кәсіптік аурулардың өсуіне және еңбек өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Шудың және дірілдің зияндылығы мыналармен анықталады: дыбыс қысымы және діріл жылдамдығы деңгейлерінің мәндері (спектрдің сипаты); жұмыс ауысымының әсер ету уақытымен (уақыт сипаттамаларымен) анықталады.

Адамның есту қабілетінің дыбысқа сезімталдығы оның деңгейіне ғана емес, жиілігіне де байланысты. Есту қабілеті 1000 Гц дыбыстарға ең сезімтал. Адам қабылдаған жиіліктердің барлық диапазоны-20-дан 20000 Гц-ке дейін, 8 октавалық жолаққа бөлінеді, олардың әрқайсысында жоғарғы шекаралық жиілік төменгі екі есеге тең. Қазіргі уақытта барлық есептеулер мен нормалау орташа геометриялық жиіліктегі октавалық жолақтарда жүргізіледі 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Жұмыс бөлмелеріндегі дыбыс қысымының рұқсат етілген шекті деңгейі 50-65 дБА-дан аспауы керек, ал жұмыс орындары мен өндірістік аймақтарда 80 дБА, жиілігі 5000 Гц және одан да көп октавалық жолақтарда, ал төменгі жиіліктерде 95 дБ жетуі мүмкін. Адамға әсер ететін діріл діріл үдеуінің орташа квадраттық мәндерінде (m/c^2) қалыпқа келтірілген. Жалпы діріл үшін нормаланған параметрдің рұқсат етілген мәндері (әсер ету ұзақтығы 480 минут) 1-кестеде көрсетілген мәндерге сәйкес келуі керек. Баламалы (уақыт бойынша) дыбыс қысымының деңгейін 80 дБА-дан 115 дБА-ға дейін арттыру бес жыл жұмыс істегенде есту қабілетінің жоғалу мүмкіндігін 36% және 10 жыл жұмыс істегенде 71% құрайды.

4.1 Кесте – Нормаланған параметрдің рұқсат етілген мәндері

Октавалық жолақтардың орташа геометриялық жиіліктері, Гц	Орташа квадраттық мән			
	Діріл үдеуі		Діріл жылдамдығы	
	m/c^2	дБ	$m/c \cdot 10^{-2}$	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
3165	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109

500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109

ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген жұмыстың нәтижелері бойынша қорытындылар келесідей:

1) діріл диагностика құралдарын қолдану тауу-кен машиналары мен жабдықтарын жөндеумен және қызмет көрсетумен айналысатын сервистік қызмет жұмысының сапасы мен тиімділігін шынымен арттыра алады.

2) виброметрлерді немесе спектрлік талдау құралдарын қолдану тау-кен машиналарымен жабдықтарында қолдану қолайлы.

3) вибродиагностика құралдарын пайдалану кезінде қолданылатын диагностика мен болжаудың негізгі әдістері ұсынылды.

Тексерілетін Жабдықтың техникалық жай-күйі туралы диагностикалық ақпарат беруге, сондай-ақ бір жазықтықты тендестіруді жүргізуге көмектесетін өлшеу діріл-акустикалық арнасы жинақталған. Зерттеу барысында бұл өлшеу арнасының кейбір жағдайларда қарапайым діріл өлшеу құралдарынан артықшылығы бар екендігі анықталды.

Жүргізілген жұмыстар барысында бүгінгі таңда өзектілігі жоғары әрі қарайғы зерттеулер үшін перспективалық тақырыптар айқындалды:

- көптеген әсер етуші факторларды ескере отырып, тұтастай алғанда агрегаттың және оның жекелеген тораптары мен механизмдерінің техникалық жай-күйін болжау;

- дамудың ерте сатысында ақауларды анықтаудың диагностикалық әдістерін зерттеу.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Андреева Л.И., Красникова Т.И., Андреев А.А., Хан К.О. К вопросу мониторинга условий эксплуатации и технического состояния экскаваторов циклического действия.
- 2 Коллакот Р.А. Диагностирование механического оборудования. Л. Судостроение, 1980.
- 3 Стандарт Германии VDI 2056. Директивы, оценки и критерий для механических колебаний машин.
- 4 Герике Б.Л., Абрамов И.Л., Герике П.Б. Вибромониторинг горных машин и оборудования. Кемерово: КГТУ. 2007.
- 5 Островский М.С. Триботехнические основы обеспечения качества функционирования горных машин. М.: МГГУ. Ч. 2. 1994
- 6 Радкевич Я.М. Оценка качества изготовления деталей // Горное оборудование и электромеханика. 2007. № 1. С. 26–29.
- 7 Солод Г.И., Радкевич Я.М. Управление качеством горных машин. Учеб. пособие. М.: МГИ, 1985. 94 с.
- 8 Островский М.С. Триботехнические основы обеспечения качества функционирования горных машин. М.: МГГУ. Ч. 2. 1994.
- 9 <http://novtex.tu/gormash/articles2008.htm>
- 10 <https://refdb.ru/look/1644168-pall.html>
- 11 Каневский И.Н. Неразрушающие методы контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Н. Каневский, Е.Н. Сальников. – Владивосток: издательство ДВГТУ, 2007. – 243 с. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/>.
- 12 Способ управления промышленной безопасностью и диагностики эксплуатационного состояния промышленного объекта [Текст]: пат. 2494434 Рос. Федерация: МПК G05B17/00 G01N25/72 G01B11/16 / Сергиев Борис Петрович, Шелобков Валерий Иванович, Иванов Валерий Иванович; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «ГИАП-дист-центр». – N 2012123508/08 заявл. 07.06.2012; опубл. 27.09.2012.
- 13 Герике Борис Людвигович, Хорешок Алексей Алексеевич Герике Павел Борисович. Диагностика горных машин и оборудования: учеб. пособие [Электронный ресурс]: для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» очной формы обучения / Б.Л. Герике, П.Б. Герике. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2012.
- 14 Герике, Б. Л. Спектральный состав нагрузки в приводе резания проходческого комбайна. / Б. Л. Герике, И. Л. Абрамов, П. Б. Герике, Ю. А. Мещерина // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 5, – С. 9-12.
- 15 Гетопанов В.Н., Рачек В.М. Проектирование и надежность средств комплексной механизации. - М.: Недра, 1986.
- 16 Справочник механика угольной шахты. Пархоменко А.И., Остапенко К.И., Митько И.М. и др. - М.: Недра, 1985.

- 17 Гимельштейн Л.Я. Техническое обслуживание и ремонт подземного оборудования. - М.: Недра, 1984.
- 18 Шуплик М.Н. Строительство подземных сооружений. Справочник. - М.: Недра, 1990.
- 19 Храпов В.Г. Тоннели и метрополитены. - М.: Транспорт, 1989.
- 20 Кантович Л.И., Гетопанов В.Н. Горные машины. М.: Недра, 1989.
- 21 Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник. - М.: МГГУ, 1994.
- 22 Остапенко В.И. и др. Капитальный ремонт горношахтного оборудования. -М.: Недра, 1986.
- 23 Технические средства диагностирования: Справочник. -М.: Машиностроение, 1989.
- 24 Справочник механика-шахтостроителя / Ред. Малиованов Д.И - М.: Недра, 1986.
- 25 Флавицкий Ю.В. и др. Защита от шума и вибрации на предприятиях угольной промышленности. - М.: Недра, 1990.
- 26 Пархоменко А.И. Безопасная эксплуатация забойного оборудования. - М.: Недра, 1989.
- 27 Намакштанский В.Я., Котлов Э.С. Безопасность труда в комплексномеханизированных очистных забоях. - М.: Недра, 1979.
- 28 Вибрация и шум технологических машин и оборудования отраслей лесного комплекса: монография / А. А. Санников [и др.]; под ред. А. А. Санникова; Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. – 484 с.
- 29 Вибродиагностика: монография / Г.Ш. Розенберг, Е.З. Мадорский [и др.]; под ред. Г.Ш. Розенберга. –С.Пб.: ПЭИПК Минэнерго РФ, 2003. – 284 с.
- 30 Артоболевский И.И. Введение в акустическую динамику машин/ И.И. Артоболевский, Ю.И. Бобровицкий, М.Д. Генкин. – М.: Наука, 1979. – 296 с.
- 31 Болотин В.В. Случайные колебания упругих систем/ В.В. Болотин. – М.: Наука, 1979. – 336 с.
- 32 ГОСТ 24346-80. Вибрация. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 31 с.
- 33 Арничев С.В. Теория колебаний неконсервативных систем: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. – 464 с. Электронный архив УГЛТУ 165
- 34 Диментберг М.Ф. Нелинейные стохастические задачи механических колебаний/ М.Ф. Диметберг. – М.: Наука, 1980. – 368 с.
- 35 Светлицкий В.А. Случайные колебания механических систем/ В.А. Светлицкий. – М.: Машиностроение, 1984.- 240 с.
- 36 Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций/ А.А. Свешников. – Л., 1968. – 463 с.
- 37 Бабаков И.М. Теория колебаний. -М.:Гос. изд-во техн.-теор. литры, 1958.- 628 с.

- 38 Бидерман В.А. Теория механических колебаний.- М.: Высшая школа, 1980.-408 с.
- 39 Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, 1979. – 576 с. 22. Вибрация в технике: Справочник. В 6-ти т. - Т2. Колебания нелинейных механических систем/ Под ред. И.И. Блехмана, 1979. – 351 с.
- 40 Теория механизмов и машин: Учебник/ К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др./ Под ред. К.В. Фролова.- М.: Высшая школа, 1987. – 496 с.
- 41 Sosnovskiy L.A. Tribo-fatigue. Wear-fatigue damage and its prediction. Springer, 2004. – 424 p.
- 42 ГОСТ 26563-85. Вибрация. Технологическое оборудование целлюлозно-бумажного производства. Методы и средства защиты. – М.: Издво стандартов, 1985. – 13 с.
- 43 Щепетильников В.А. Уравновешивание механизмов / В.А. Щепетильников.- М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
- 44 Система классов точности балансировки: ГОСТ 22061-76 и метод. указ.- М.: Изд-во стандартов, 1977. – 140 с.
- 45 Санников А.А. Нормативные параметры вибрации деревообрабатывающего оборудования: метод. Рекомендации/ А.А. Санников, Я.Я. Кистер, А.Е. Вохменцев. Утв. Минлеспромом СССР 25.12.89 г. – М.: Минлеспром СССР, 1989. – 16 с.
- 46 ГОСТ 26493-85. Вибрация. Технологическое оборудование целлюлозно-бумажного производства. Нормы вибрации. Технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.
- 47 Левит М.Е. Балансировка деталей и узлов/ М.Е. Левит, В.М. Рыженков. – М.: Машиностроение, 1986. – 248 с.
- 48 Основы балансировочной техники/ Под ред. В.А. Щепетильникова. – М.: Машиностроение, 1975. – Т.1,2. – 527 с., 679 с.
- 49 Сергеев С.Н. Демпфирование механических колебаний/ С.Н. Сергеев. – М.: Физматгиз, 1959. – 408 с.
- 50 Тимошенко С.П. колебания в инженерном деле/ С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У.Уивер. – М.: Машиностроение, 1985.- 472 с.
- 51 ГОСТ 27.002.89. Надежность в технике. Основные термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990. Электронный архив УГЛТУ 166
- 52 ГОСТ Р ИСО 8579-2-99. Вибрация. Контроль вибрационного состояния зубчатых механизмов при приемке. – Введ. 2000.07.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 12 с.
- 53 ГОСТ ИСО 10816-1-97. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на не вращающихся частях. – Часть 1. Общие требования.– Введ. 2000.07.01. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 13 с.
- 54 Маслов Г.С. Расчеты колебаний валов: справочник/ Г.С. Маслов. – М.: Машиностроение, 1980. – 151 с.

55 Вейц В.Л. Динамика машинных агрегатов/ В.Л. Вейц. – М.: Машиностроение, 1969. – 368 с.

56 Коловский М.З. Динамика машин/ М.З. Коловский. – Л.: Машиностроение. – Ленингр. Отд., 1989. – 263 с.

57 Артоболевский И.И. Введение в акустическую динамику машин / И.И. Артоболевский, Ю.И. Бобровницкий, М.Д. Генкин. – М.: Наука, 1979. – 296 с.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: КЕНЖЕБАЙ БЕРІК КЕНЖЕБАЙҰЛЫ

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Тау-кен машиналары конструкцияларын диагностикалау және дірілден корғау кешенін әзірлеу

Научный руководитель: Бахыт Жаутиков

Коэффициент Подобия 1: 1.8

Коэффициент Подобия 2: 0.6

Микропробелы: 3

Знаки из здругих алфавитов: 34

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата

Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: КЕНЖЕБАЙ БЕРІК КЕНЖЕБАЙҰЛЫ

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Тау-кен машиналары конструкцияларын диагностикалау және дірілден қорғау кешенін әзірлеу

Научный руководитель: Бахыт Жаутиков

Коэффициент Подобия 1: 1.8

Коэффициент Подобия 2: 0.6

Микропробелы: 3

Знаки из других алфавитов: 34

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт



Метаданные

Название

Тау-кен машиналары конструкцияларын диагностикалау және дірілден қорғау кешенін өзірлеу

Автор

Научный руководитель / Эксперт

КЕНЖЕБАЙ БЕРІК КЕНЖЕБАЙҰЛЫ






Бахыт Жаутиков

Подразделение

ИЭиМ

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		34
Интервалы		0
Микропробелы		3
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		10

Объем найденных подоби

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



7937

Количество слов



62833

Количество символов

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	ЦВЕТ ТЕКСТА
1	https://www.beistu.by/Portals/0/userfiles/62/Met_Posob/Lab--rabota-po-OT---8.pdf	48	0.60 %
2	https://vestnik.kazgasa.kz/frontend/web/uploads/personal-documents/1662975429_cj3AYW.pdf	22	0.28 %
3	http://www.fi.z-pdf.ru/34tehnickeskie/795839-2-shibanov-daniil-aleksandrovich-kompleksnaya-ocenka-faktorov-opredelyayuschih-narabotku-eksikatorov-ekg-18r-20k-dl.php	17	0.21 %
4	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25467/1/Dvornyk_magistr.pdf	13	0.16 %

5	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25467/1/Dvornyk_magistr.pdf	13	
6	Ақтөбе ферроқорытпа зауытының қалдығын қайта өңдеу негізіндегі жылына өнімділігі 50 мың м3 болатын отқа төзімді материал өндіру бойынша цех жобалау.docx 1/16/2020 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (IT отдел)	10	0.13 %
7	https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/62/Met_Posob/Lab--rabota-po-OT---8.pdf	10	0.13 %
8	Ақтөбе ферроқорытпа зауытының қалдығын қайта өңдеу негізіндегі жылына өнімділігі 50 мың м3 болатын отқа төзімді материал өндіру бойынша цех жобалау.docx 1/16/2020 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (IT отдел)	7	0.09 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.21 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Ақтөбе ферроқорытпа зауытының қалдығын қайта өңдеу негізіндегі жылына өнімділігі 50 мың м3 болатын отқа төзімді материал өндіру бойынша цех жобалау.docx 1/16/2020 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (IT отдел)	17 (2)	0.21 %

из интернета (1.55 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/62/Met_Posob/Lab--rabota-po-OT---8.pdf	58 (2)	0.73 %
2	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25467/1/Dvornyk_magistr.pdf	26 (2)	0.33 %
3	https://vestnik.kazgasa.kz/frontend/web/uploads/personal-documents/1662975429_cj3AYW.pdf	22 (1)	0.28 %
4	http://www.fi.z-pdf.ru/34tehnicheskie/795839-2-shibanov-daniil-aleksandrovich-kompleksnaya-ocenka-faktorov-opredelyayuschih-narabotku-ekskavatorov-ekg-18r-20k-dl.php	17 (1)	0.21 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---