

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-99>

**AUTOMATED SYSTEM FOR VIBRATION MONITORING  
AND DIAGNOSTICS OF A COKE OVEN PUSHER**

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВІБРОМОНІТОРИНГУ  
ТА ДІАГНОСТИКИ КОКСОВИШТОВХУВАЧА**

**Simkin O.I.**

*PhD (Engineering), Professor,  
LLC "Technical university  
"Metinvest polytechnic",  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Сімкін О.І.**

*к.т.н., професор,  
ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

**Zolotarov D.G.**

*student, (group 151-22-1m),  
LLC "Technical university  
"Metinvest polytechnic",  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Золотарьов Д.Г.**

*студент гр. 151-22-1м,  
ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

Експлуатація складних машинних комплексів, таких як коксовиштовхувач, вимагає забезпечення надійності, технічної та екологічної безпеки їх функціонування. Саме тому під час роботи коксовиштовхувача слід приділяти його постійному моніторингу. Ефективним інструментом визначення справності елементів механічних обертових систем є вібраційна діагностика, перш за все, завдяки великій інформативності вібраційних процесів, швидкому розвитку комп'ютерних технологій та можливості аналізу без демонтажу обладнання.

Вітчизняний і закордонний досвід металургійного виробництва доводить, що впровадження засобів діагностування є одним із найважливіших чинників підвищення економічної ефективності використання устаткування в промисловості. Призначення діагностування – виявлення і попередження відмов та пошкоджень, підтримка експлуатаційних показників у встановлених межах, прогнозування стану обладнання з метою повного використання ресурсу.

Система, що проектується в рамках магістерської роботи, складається з таких основних блоків (рис. 1) – перетворювача, підсилювача, аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) та персонального комп'ютера (ПК) зі спеціалізованим програмним забезпеченням, яке реалізовано в блоці опрацювання.

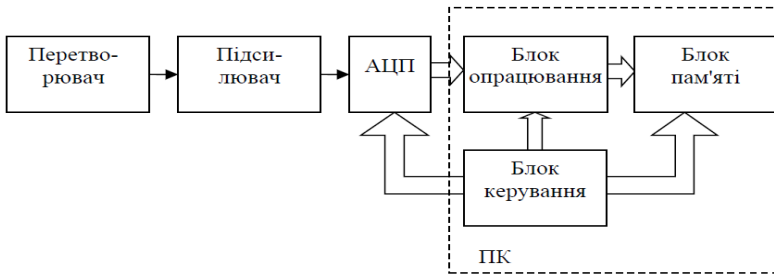
Найбільш узагальненими моделями ритмічних сигналів є:

- стаціонарні випадкові процеси з дискретним спектром;
- періодично корельовані випадкові процеси.

Дійсні стаціонарні випадкові процеси з дискретним спектром можуть бути подані в наступному вигляді:

$$\xi(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \gamma_k e^{i2\pi f_k t} \quad (1)$$

де  $\gamma_k$  – незалежні однаково розподілені комплексні випадкові величини.



**Рис. 1. Структурна схема системи збирання, ресстрування та опрацювання акустичних сигналів**

Для моделювання будемо використовувати формулу (1), яку перепишемо в дійсній формі:

$$\xi(t) = \gamma_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cos(2\pi f_k t - \varphi_k)$$

Алгоритм моделювання містить наступні етапи:

1. Задати кількість гармонік  $n$ .
2. Задати амплітуди гармонік  $\gamma_k$ .
3. Задати початкові фази  $\varphi_k$ .
4. Задати тривалість реалізації  $T$ .
5. Визначити крок дискретизації виходячи з частоти вищої гармоніки  $f_n$ :  $T_d = 1/f_d, f_d \gg f_n$ .
6. Змодельовати реалізацію процесу, підсумовуючи всі гармоніки.

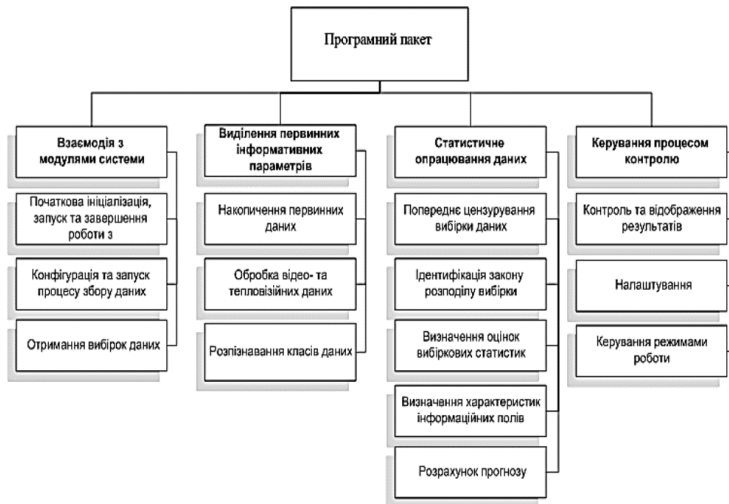
Прикладне програмне забезпечення є одним з основних компонентів систем моніторингу, на нього покладено реалізацію функції взаємодії з модулями апаратного комплексу системи, керування інформаційними потоками всередині системи, реалізацію алгоритмів цифрової та статистичної обробки інформаційних сигналів, побудови зображень

інформаційних полів, формування інтерфейсу користувача, збереження отриманої інформації та вихідних результатів, тощо.

Розроблена загальна структура програмного забезпечення систем моніторингу представлена на рис. 2.

Основні функції автоматизованої системи вібромоніторингу та діагностики коксовиштовхувача містять:

1. Моніторинг вібрації. Система вимірює і аналізує параметри вібрації коксовиштовхувача, такі як частота, амплітуда, спектр вібрації та інші характеристики. Це дозволяє виявляти відхилення від норми та потенційні проблеми.



**Рис. 2. Структура програмного забезпечення**

2. Діагностика стану. Система використовує аналіз вібраційних даних для виявлення ознак зносу, дефектів або інших проблем в роботі коксовиштовхувача. Вчасна діагностика дозволяє уникнути аварій та планувати регулярне обслуговування.

3. Сповіщення та тривоги. Система може надсилати автоматичні повідомлення операторам або інженерам при виявленні критичних відхилень у вібрації або стані коксовиштовхувача.

4. Збір та зберігання даних: Всі дані про вібрацію та стан коксовиштовхувача збираються, обробляються та зберігаються для

подальшого аналізу та використання при прийнятті рішень щодо обслуговування та ремонту.

5. Планування обслуговування. На основі даних про стан коксовиштовхувача система може розробляти оптимальний графік обслуговування та ремонту, щоб забезпечити безперебійну роботу обладнання.

Автоматизована система вібромоніторингу та діагностики коксовиштовхувача допомагає підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати на обслуговування та ремонт, а також забезпечити безпеку працівників і обладнання. Вона є важливою частиною сучасної металургійної промисловості, де точний моніторинг та діагностика є важливими аспектами управління обладнанням.

### **Перелік використаних джерел**

1. І.М. Яворський Методи вібраційної діагностики початкових стадій пошкодження обертових систем. Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів.

2. Прилади для вібраційного моніторингу і діагностики: URL: [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/700971/mod\\_resource/content/1/%D0%9F6.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/700971/mod_resource/content/1/%D0%9F6.pdf) (дата звернення: 18.09.23)

3. ТОВ СКБ Вібрації та Ресурсу. URL: <https://vibrationvir.com.ua/article/view/sistema-vibromonitoringa-i-diaagnostiki-otechestvennogo-proizvodstva/> (дата звернення: 21.09.23)

4. Моніторинг, діагностування та прогнозування вібраційного стану гідроагрегатів. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/114/197/225-1?inline=1>

5. Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії: Монографія / В.П. Бабак, В.С. Берегун ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / К.: Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2016. 298 с.