

ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВЕНТИЛЯТОРІВ ГАЗООЧИЩЕННЯ МАРТЕНІВСЬКИХ ПЕЧЕЙ

А.В. Баглай¹, М.М. Кіпін¹, М.О. Дубіна²

¹ДП «ДІАМЕХ-УКРАЇНА». 61105, м. Харків, вул. Киргизька, 19, АБК-1. E-mail: baglay@diamech.com.ua

²ПАТ «Запоріжсталь». 69008, м. Запоріжжя, вул. Південне шосе, 72. E-mail: office@zaporizhstal.com

За допомогою автоматичної системи контролю та діагностики технічного стану вентиляторів газоочищення мартенівських печей в автоматичному режимі виконується аналіз технічного стану підшипників, з'єднувальних муфт, визначається вид і ступінь розвитку дефекту. Наведено результати впровадження. Безперервний моніторинг технічного стану вентиляторів дозволяє конкретизувати обсяг виконання ремонтних робіт та контролювати якість проведення ремонтів. Бібліогр. 5, табл. 1, рис. 7.

Ключові слова: автоматична система контролю та діагностики, вентилятор, захисний безперервний моніторинг, вібрація, температура, рівень масла, струмове навантаження, підшипник

Процес видобутку руди, переробка сировини та виробництво чорних металів становлять велику небезпеку для екології. Викид димових газів в атмосферу, забруднення водойм, наявність шкідливих відходів (канцерогени коксохімічного процесу, доменні викиди, гази та пил при агломерації руди, мартенівського, конвертерного та інших плавільних агрегатів, шлаки всіх металургійних переробок) створюють значну загрозу для екосистеми. Витрати підприємств на забезпечення екологічної чистоти роботи металургійного підприємства можуть досягати до 20 % загальних капіталовкладень.

Запилені димові гази від мартенівської печі з температурою 700...800 °С по димовому борову

надходять по одному з трьох напрямків: на димову трубу, на газоочищення та на котел-утилізатор. Робочим режимом є режим, при якому димові гази (ДГ) надходять на котел-утилізатор, потім на газоочищення та крізь вентилятори в димову трубу. При виході з ладу газоочищення димові гази перемикаються на димову трубу. Перемикальний режим проводиться шиберами, які зв'язані блокуванням. Димові гази надходять на батарею труб-розпилювачів, в яких проводиться зрошення газу крізь тангенціальні форсунки з розтинаючим конусом. Остаточне очищення газ проходить в каплеуловлювачі та двох циклонах. Очищений димовий газ (ОДГ) від циклонів турбулентного

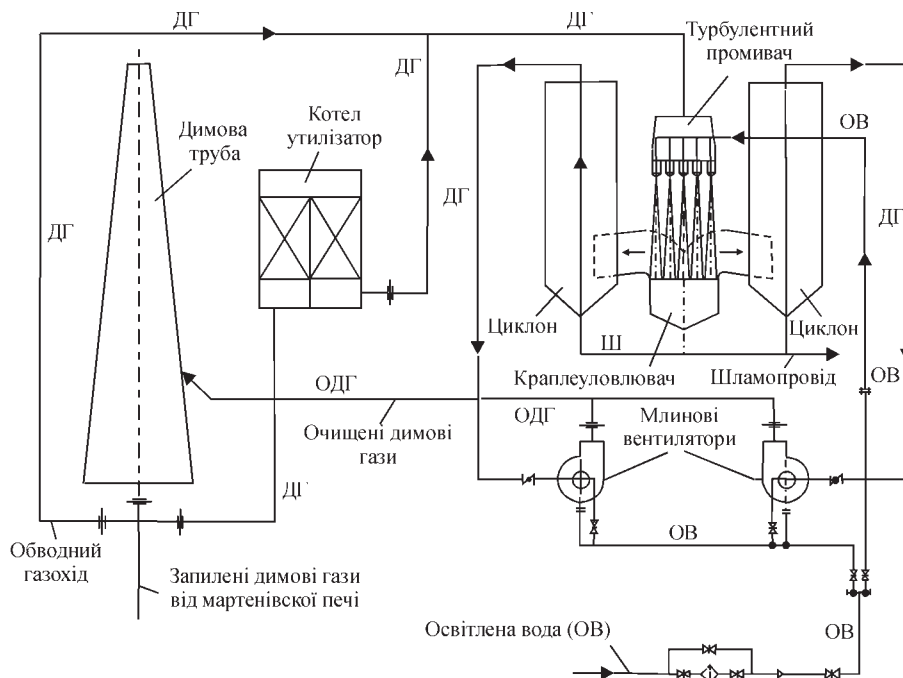


Рис. 1. Схема мокрогазоочищення мартенівських печей №№ 2, 7, 8

В роботі брали участь А.Ю. Гушнін¹, С.С. Годунов¹
© А.В. Баглай, М.М. Кіпін, М.О. Дубіна, 2020

промивача по газоходах надходить до дроселів вентиляторів. Шлам (Ш) від каплеуловлювача та циклонів крізь гідрозатвори відводиться по лотку в приймальний бак шламової насосної. Живлення газоочищення проводиться водою від оборотного цикла кисневого цеху. Циклони та каплеуловлювач захищені від абразивного та коризійного зносів діабазовою плиткою; трійник, труби-розпилувачі, газоходи чистого газу (від вентиляторів до димової труби) виготовляються з нержавіючої сталі; газопроводи від циклонів до вентиляторів (стояки) виготовляються зі сталі 3. Ефективна робота відділень газоочищення мартенівських печей в технологічному ланцюгу цеха передбачає безперебійну роботу млинових вентиляторів.

Ціль роботи. З урахуванням накопиченого досвіду експлуатації системи вібродіагностики (СВД) прокатного обладнання спеціалістами Компанії «ДІАМЕХ» розроблено додатковий діагностичний модуль для контролю технічного стану допоміжного обладнання.

Опис досліджень. На робоче місце діагноста виведено інформацію по газовому цеху, яка відображає поточний технічний стан 12-ти вентиляторів одночасно (рис. 2). Вентилятори сгруповані парами для кожної мартенівської печі. Світлова сигналізація вказує на відповідність рівня вібрації кожного агрегата встановленим нормативним значенням. Транспарант газоочищення мартенівської печі № 1 замальований блакитним кольором. Це означає, що повітрядувки № 1А та № 1Б зупинені для профілактичного огляду та обслуговування. Технічний стан вентиляторів №№ 2АБ, 5АБ, 6АБ, 7АБ, 8АБ, 10АБ, 12АБ задовільний (максимальний рівень вібрації 5,4 мм/с, СКЗ (середнє квадратичне значення), колір транспаранту – зелений). При цьому температура заднього підшипника (т. 12.4А (точка (підшипник) 4-го вентилятора №12А)) досягла значення 60 °С. Необхідно зробити заявку в лабораторію діагностики для проведення тепловізійного контролю даного агрегата, що дозволить перевірити наявність локального нагріву вала або підшипника вентилятора зі сторони робочого колеса.



Рис. 2. Мнемосхема млинових вентиляторів газоочищення мартенівських печей

В додаток до основних технічних параметрів млинових вентиляторів виводиться:

- контроль віброускорення в діапазоні частот 5...10000 Гц, м/с², СКЗ;
- контроль пік-фактора в діапазоні частот 5000...10000 Гц;
- контроль ексцесу в діапазоні частот 5000...10000 Гц.

На транспаранти «Сторона А» та «Сторона Б» виводиться світлофор поточного стану електродвигуна за віброшвидкістю. В трикутниках виводиться сигналізація технічного стану агрегата та ступінь розвитку виявленого дефекта (рис. 3).

В програмі передбачено побудову трендів всіх ідентифікованих частот, що спрощує процес аналізу, і ці результати враховуються в вирішальних правилах при постановці діагнозу. В закладці «Поточні» («Текущие») здійснюється перехід в конкретну пару млинових вентиляторів газоочищення мартенівської печі, в даному випадку печі № 2 (рис. 3).

Натисканням курсора на трикутник розкривається додаток «Діагностика АРМ» з результатами діагностики, виконаними СВД, наприклад, вентилятор № 2А. Періодичність автоматичної діагностики складає 1 годину. За запитом спеціаліста можна виконати позачергове діагностування обладнання. Для індивідуального аналізу вузлів агрегата передбачені додаткові методи, функції та види статистичної обробки. Система формує «Звіт» у вигляді текстового документа про поточний технічний стан агрегата за результатами виконаної діагностики з вказанням актуальних рівнів вібрації (на момент діагностування), схеми агрегата, виявлених дефектів або несправностей, допустимого експлуатаційного ресурса та рекомендації по усуненню виявлених несправностей або дефектів.

Отримані результати. На рис. 2 наведено результат автоматичної діагностики агрегата № 2А від 24.06.2020 р. Системою виявлено наступні

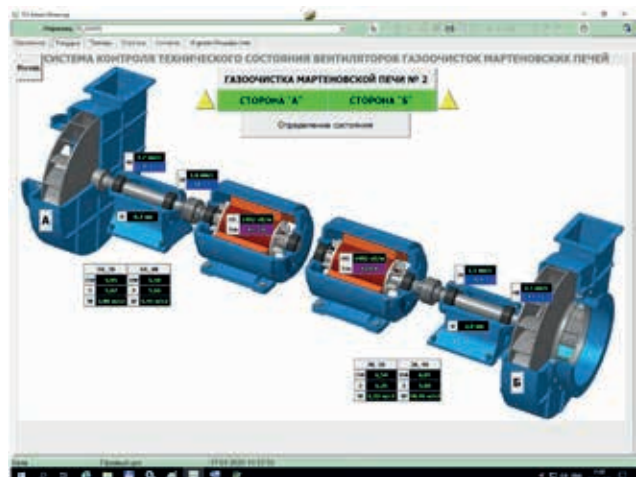


Рис. 3. Закладка «Поточні» («Текущие»), вибір конкретної пари вентиляторів газоочищення № 2АБ

несправності: дефект підшипника 46230 (№ 1) та дефект підшипника 2230 (№ 2), середній ступінь розвитку дефекта. При цьому значення віброшвидкості в стандартній полосі частот знаходиться в межах норми.

В діагностичний модуль внесено додатковий функціонал, що забезпечує превентивне попередження аварійних ситуацій на вентиляторах шляхом контролю температури підшипників, контролю струмового навантаження двигунів та реєстрації рівня масла в картерах агрегатів. Нор-

Межі діапазонів контролюємих параметрів на вентиляторах

Контролюємий параметр	Норма	Попередження	Аварія
Віброшвидкість, мм/с	<8,6 ¹	8,6 ¹ ...11,2	>11,2
Температура, °С	<50	50...60	>60
Струм, А	<70	70...80	>80
Рівень масла, мм	-10мм, +10мм	<-10мм, >+10мм	<-15мм, >+15мм

Примітка. ¹Нормативне значення для даного типу обладнання встановлено Розпорядженням по підприємству № 59/1196474 від 25.11.2006 р.

мативні значення контролюємих параметрів для вентиляторів газоочищення наведені в таблиці.

В газовому цеху службою експлуатації організовано періодичний контроль вібрації повітрядувок кожні 4 години переносними віброметрами СМ-21М. Показним є інцидент, що мав місце 24.12.2019 р. в період пусконаладжувальних робіт на повітрядувці № 12Б. Спеціаліст цеху при плановому обстеженні повітрядувки в 7 год 45 хв зафіксував рівень віброшвидкості ~6 мм/с в т. 4Б (точка (підшипник) 4-ї повітрядувки Б), що відповідає нормальному стану обладнання. Через 15 хв система автоматичного контролю видала оповіщення про виникнення аварійної ситуації на даному агрегаті (рис. 4). Контроль вібрації та температури на підшипниках вентилятора здійснювався комбінованими акселерометрами HS-150ST.

Обслуговуючим персоналом було виконано контрольний замір вібрації переносним приладом, який підтвердив високу вібрацію на підшипнику (~15 мм/с) зі сторони робочого ко-

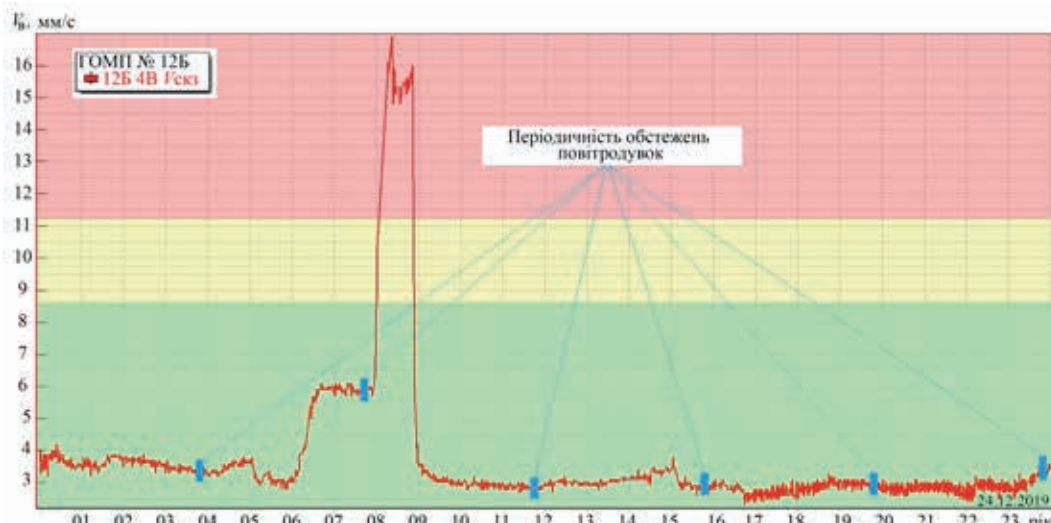


Рис. 4. Тренд віброшвидкості полевого підшипника вентилятора № 12Б, V_b – віброшвидкість

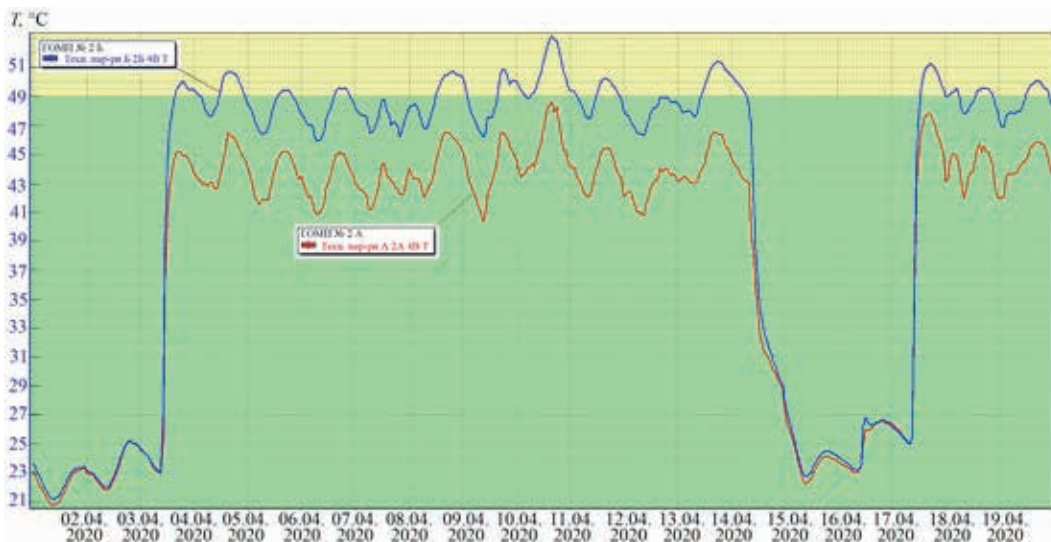


Рис. 5. Тренд температури полевих підшипників вентиляторів № 2А, Б

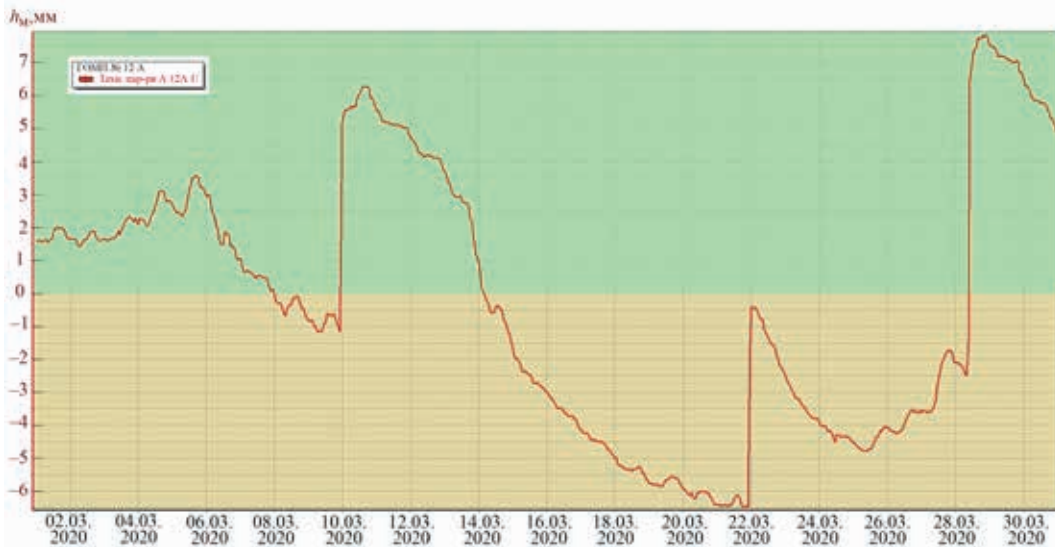


Рис. 6. Тренд рівня масла h_m в картері вентилятора № 12А

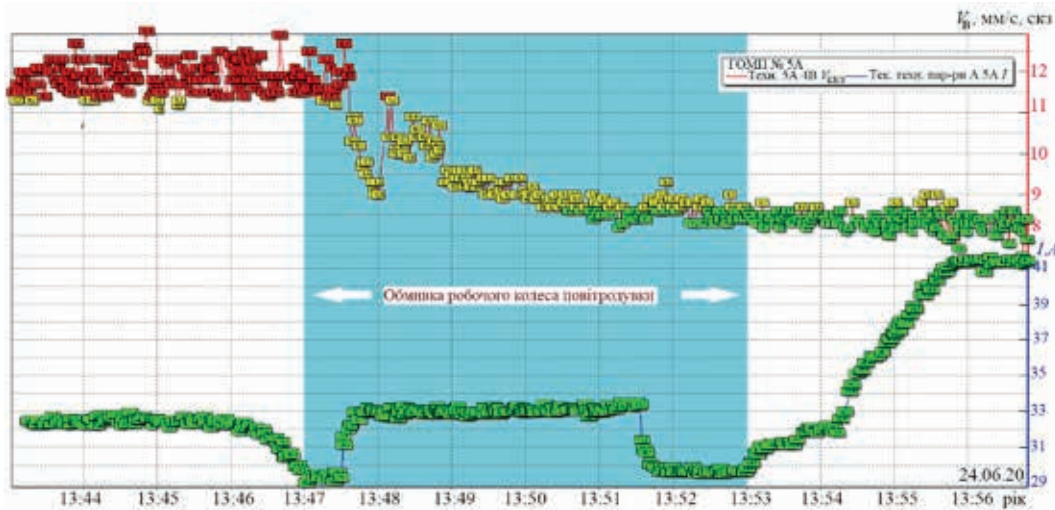


Рис. 7. Тренд струмового навантаження та віброшвидкості електродвигуна вентилятора № 5А

леса. Зростання віброшвидкості на полевому підшипнику повітрядувки № 12Б було пов’язане з утворюванням точки роси у димовому газі, що всмоктується, налипанням пилу та окалини на лопатки робочого колеса та, як наслідок, виникненням дисбалансу ротора. Після обмивання колеса рівень вібрації на агрегаті знизився у 5 разів (рис. 4).

На рис. 5 наведено тренд температури млинових вентиляторів № 2А та № 2Б, розташованих в одному приміщенні. Коливання температури підшипників $\pm 3 \dots 5$ °С протягом дня пов’язані зі зміною часу доби (день/ніч).

На рис. 6 наведено тренд рівня масла в картері вентилятора № 12А, який показує зниження рівня масла протягом 12 діб (на ~ 13 мм).

Після додавання масла марки Тп-22 в картер агрегата рівень відновився. Рекомендовано при плановому обслуговуванні повітрядувки виконати ревізію еластичної манжети. При наявності значного зносу слід провести її заміну.

Контроль струмового навантаження електродвигунів виконувався бесконтактними датчиками. Тренд струму наведено на рис. 7.

Тренд дає уявлення про навантаження двигуна в моменти перекидання клапанів згідно графіку перемикачів та його реакції на обмивання робочого колеса агрегата.

Висновки

1. Система вібродіагностики допоміжного обладнання виконує аналіз в автоматичному режимі, оцінює технічний стан підшипників, з’єднувальних муфт, визначає вид та ступінь розвитку дефекта.
2. Методика захисного моніторингу забезпечує своєчасне інформування обслуговуючого персоналу про виникнення позаштатної ситуації на млинових вентиляторах.
3. Безперервний моніторинг технічного стану вентиляторів дозволяє конкретизувати об’єм виконуваних ремонтних робіт та контролювати якість проведення ремонтів. Рішення даної задачі в такій

постановці дозволяє знизити затрати на технічне обслуговування та ремонт обладнання до мінімально можливого рівня.

Список літератури

1. Гольдин А.С. (1999) *Вибрация роторных машин*. Москва, Машиностроение.
2. Гребеник В.М., Иванченко Ф.К., Павленко Б.А. и др. (1990) *Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование конвертерных и мартеновских цехов*. Учебник. Киев, Высшая школа.
3. Иванченко Ф.К., Павленко Б.А. (1964) *Механическое оборудование сталеплавильных цехов*. Учебное пособие. Москва, Металлургия.
4. Кравченко В.М., Сидоров В.А., Седуш В.Я. (2009) *Техническое диагностирование механического оборудования: учеб. пособие*. Донецк, «Юго-Восток, Лтд».

5. Baglay A.V., Vorobiev V.B., Guzeev A.N., Kipin M.M. (2020) Система вибродиагностики для оборудования прокатного производства. *Черные металлы*, 2 (1058), 62–70.

References

1. Goldin, A.S. (1999) Vibration of rotor machines. Moscow, Mashinostroenie [in Russian].
2. Grebenik, V.M., Ivanchenko, F.K., Pavlenko, B.A. et al. (1990) Mechanical equipment of metallurgical plants. Mechanical equipment of converter and open-hearth shops: Manual. Kiev, Vysshaya Shkola [in Russian].
3. Ivanchenko, F.K., Pavlenko, B.A. (1964) Mechanical equipment of steel-making shops: Manual. Moscow, Metallurgiya [in Russian].
4. Kravchenko, V.M., Sidorov, V.A., Sedush, V.Ya. (2009) Technical diagnostics of mechanical equipment: Manual. Donetsk, Yugo-Vostok Ltd. [in Russian].
5. Baglay, A.V., Vorobiov, V.V., Guzeev, A.N., Kipin, M.M. (2020) System of vibrodiagnostics for rolling production equipment. *Chyornye Metally*, 2 (1058), 62-70 [in Russian].

INTRODUCTION OF AUTOMATIC SYSTEM FOR CONTROL AND DIAGNOSTICS OF TECHNICAL CONDITION OF GAS CLEANING FANS FOR OPEN-HEARTH FURNACES

A.V. Baglay¹, M.M. Kipin¹, M.A. Dubina²

¹SE «DIAMECH-UKRAINE». 19 Kirgizska str., 61105, Kharkiv, Ukraine.

E-mail: baglay@diamech.com.ua

²PJSC «Zaporizhstal». 72 Yuzhnoje Rd., 69008, Zaporizhzhia, Ukraine. E-mail: office@zaporizhstal.com

Automatic system for monitoring and diagnosing the technical condition of fans for gas treatment of open-hearth furnaces is used for automatic performance of analysis of the technical condition of bearings and couplings, and determination of the type and degree of development of a defect. The results of implementation are given. Continuous monitoring of the technical condition of the fans allows specifying the amount of repair work and controlling the quality of repairs. 5 Ref., 1 Tabl., 7 Fig.

Keywords: automatic control and diagnostic system, fan, continuous protective monitoring, vibration, temperature, oil level, current load, bearing

Надійшла до редакції 10.07.2020