

А. А. Лазаренко, И. Л. Нарышкина, О. В. Ченчевич

ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», Группа Метинвест, Мариуполь

## Перевод основного оборудования ПУТ на обслуживание по фактическому состоянию

Для обеспечения безаварийной и бесперебойной работы установки ПУТ была разработана программа диагностирования 13 основных её агрегатов с комплексным подходом применения таких методов, как вибродиагностика, тепловидение, термография, визуально-оптический контроль (эндоскопия). Системный мониторинг, организованный в первые полтора месяца опытно-промышленной эксплуатации ПУТ, позволил отследить динамику состояния отдельных узлов и агрегатов в целом, сформировать базу данных параметров диагностирования и критериев оценки, установить зависимости технологических нагрузок и динамики развития обнаруженных дефектов. Благодаря высокой достоверности результатов технической диагностики (98 %) основные агрегаты ПУТ (мельницы среднего хода и эксгаустеры трех технологических контуров) практически переведены на обслуживание по фактическому состоянию (ОПФС).

**Ключевые слова:** техническая диагностика, обслуживание по фактическому состоянию

Одним из приоритетных направлений достижения стратегических целей ПАО «ММК им. Ильича» и предприятий холдинга в целом является снижение себестоимости продукции. Достичь этого можно в том числе за счет уменьшения энергоемкости производства и перевода основных агрегатов вместо традиционной схемы планово-предупредительных ремонтов (ППР), на обслуживание по фактическому состоянию (ОПФС), которое позволяет оптимизировать процесс планирования и проведения ремонтов.

Опробовать систему ОПФС и оценить её преимущества удалось на установке по вдуванию пылеугольного топлива (ПУТ) (рис. 1), которая была запущена в доменном цехе ПАО «ММК им. Ильича» в 2012 г. с целью экономии потребления природного газа и снижения расходов предприятия на производство продукции. Использование пылеугольного топлива (вместо природного газа) в качестве технологического топлива позволяет экономить не менее 155 грн на каждой тонне чугуна. При среднесуточном производстве 13-15 тыс. т экономия составляет от 2,0 до 2,3 млн грн в сутки. Именно поэтому очень важно минимизировать производственные риски в работе ПУТ: обеспечить безаварийную и бесперебойную работу установки, сократить внеплано-



Рис. 1. Установка ПУТ доменного цеха

вые простои. Такой подход, в свою очередь, позволяет сократить затраты на ремонт и содержание.

Установка ПУТ представляет собой большой производственный комплекс взаимодействующего оборудования. Для контроля состояния установки ПУТ, по указанию генерального директора комбината Ю. А. Зинченко, была разработана программа диагностирования 13 основных агрегатов с комплексным подходом применения таких методов, как вибродиагностика, тепловидение, термография (рис. 2),

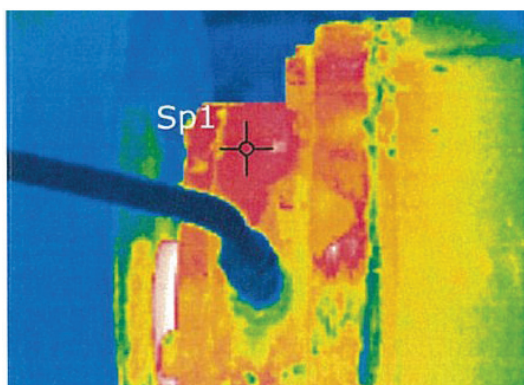


Рис. 2. Развивающийся дефект подшипника входного вала редуктора мельницы № 3 ПУТ



**Рис. 3.** Дефект механической обработки гидроцилиндра № 2 механизма загрузки мельницы № 3 ПУТ

визуально-оптический контроль (эндоскопия, рис. 3). Основными и наиболее проблемными агрегатами стали мельницы среднего хода и эксгаустеры трех технологических контуров.

В течение первых полутора месяцев после запуска установки ПУТ в опытно-промышленную эксплуатацию, при поддержке заместителя начальника доменного цеха по инжинирингу В. Г. Казанкова и персонала установки ПУТ, специалистами отдела технической диагностики (А. А. Лазаренко, А. И. Ляшенко, М. А. Зайцев, А. И. Сарбаш, Э. В. Деменчук, А. В. Чичиков и др.) был организован системный круглосуточный непрерывный мониторинг оборудования.

Такой контроль состояния агрегатов (высокая концентрация и плотность замеров фактически обеспечили принцип работы стационарной системы диагностики) позволил отследить динамику состояния отдельных узлов и агрегатов в целом, сформировать базу данных параметров диагностирования и критериев оценки, установить зависимости технологических нагрузок и динамики развития обнаруженных дефектов.

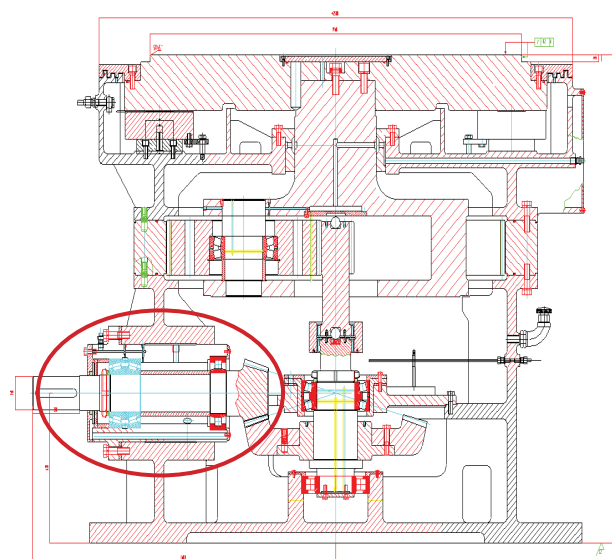
За этот период на мельницах ПУТ (рис. 4), было проведено более 150 замеров, подготовлено 37 отчетов о техническом состоянии. По рекомендациям УТД проведено более десятка ремонтных воздействий – устранение дефектов монтажа при пусконаладочных работах и муфт. Выполнено четыре замены дуплекс подшипников редуктора первого вала конической (косозубой) передачи (рис. 5) и др.

Показательным примером преимущества ОПФС является безаварийная работа мельниц установки ПУТ. Варьируя технологическими нагрузками, выполняя постоянный контроль состояния подшипниковых узлов, динамики развития выявленного дефекта подшипника мельницы (рис. 6, а, б), удалось в безаварийном режиме отработать до запланированного ремонта, срок проведения которого зависел от сроков поставки нового комплекта подшипников. По рекомендациям специалистов службы диагностики, по мере развития дефекта, технологические нагрузки были снижены на 25 %, а затем еще на 15.

Анализ показал, что достоверность результатов технической диагностики мельниц среднего хода и эксгаустеров установки ПУТ очень высока (98 %) и



**Рис. 4.** Мельница среднего хода агрегата ПУТ



**Рис. 5.** Редуктор мельницы среднего уха

подтверждена цехом после вскрытия узлов и оказания ремонтных воздействий.

По итогам выполненной работы мельницы среднего хода и эксгаустеры трех технологических контуров установки ПУТ были фактически переведены на ОПФС, благодаря чему удалось достичь следующих результатов: предотвратить аварийные простои мельниц среднего хода и эксгаустеров агрегата ПУТ путем своевременного их вывода из работы при наступлении критической ситуации; установить граничные параметры степени развития дефектов (границы вибросостояний), с учетом индивидуальных особенностей агрегатов, на основе статистических данных виброизмерений; оптимизировать межремонтный



а



б

**Рис. 6.** Выбракованный подшипник мельницы среднего хода агрегата ПУТ

период, при обнаружении дефекта, вносятся корректировки в график мониторинга, отслеживается динамика развития дефекта (рис 7, а, б), по мере его развития снижается технологическая нагрузка с целью максимальной выработки технического ресурса; оптимизировать затраты и объемы ТОиР, повысить эффективность планирования ремонта (численность ремонтного персонала, необходимые запчасти, инструменты и пр.).

Фактически переход на ОПФС, с одной стороны, позволяет сократить численность вовлеченного ремонтного персонала, с другой – повысить требования к уровню подготовки и квалификации специалистов, работающих в области диагностики, которые зависят от характера выполняемых работ (диагностика, аналитика), меры ответственности, сложности и зна-

чимости принимаемых решений при оценке состояния оборудования, выдаче рекомендаций по вопросу дальнейшей эксплуатации (ремонта) диагностируемых объектов.

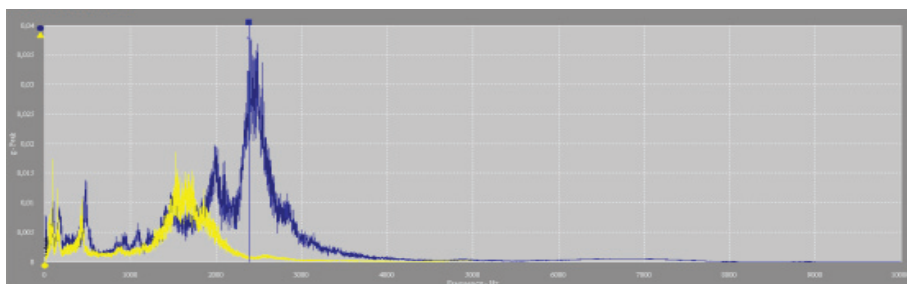
Хорошо зарекомендовала себя схема разделения (по принципу специализации) персонала, вовлеченного в процесс диагностирования на диагностов и аналитиков. Диагносты выполняют замеры контролируемых характеристик и первичный анализ данных. Специализация аналитиков – выполнять углубленный, в том числе сопоставительный анализ данных, отслеживать динамику состояния, вносить изменения в настройки приборов диагностирования, устанавливать границы состояний с учетом индивидуальных особенностей агрегатов, корректировать графики диагностирования с учетом тенденций со-

стояний агрегатов и развития обнаруженных дефектов и т. п. Подобные схемы успешно применяются на передовых предприятиях России и Украины.

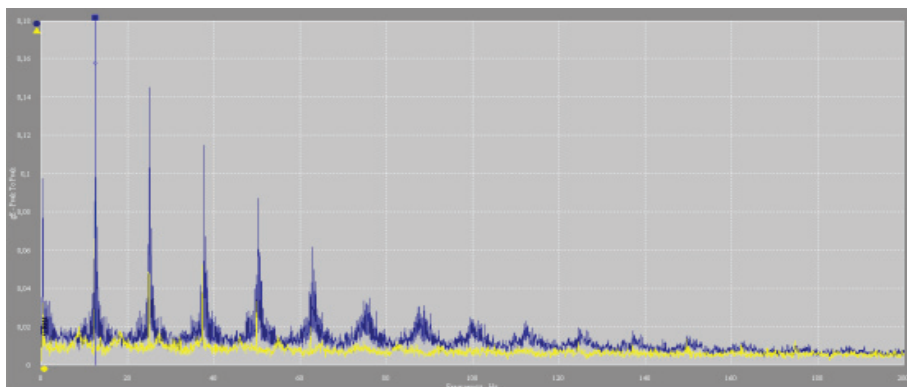
## Выводы

Благодаря системному мониторингу и диагностике, основные агрегаты трех технологических потоков установки ПУТ доменного цеха ПАО «ММК им. Ильича» фактически переведены на ОПФС. Благодаря этому удалось обеспечить управляемость производственными рисками, безаварийность производственного процесса, повысить эффективность и координирование такими процессами как: планирование ремонта оборудования ПУТ; материально-техническое обеспечение ТОиР агрегата ПУТ; управление складскими запасами; управление трудовыми ресурсами.

Уже сегодня с уверенностью можно сказать, что техническая диагностика – это динамически



а



б

**Рис. 7.** Тренды спектров виброускорения (а) и спектров огибающей (б) подшипника с выявленным дефектом. Светлый спектр – средний дефект подшипника (рекомендация подготовиться к замене подшипника). Темный спектр – сильный дефект подшипника (рекомендация заменить подшипник)

развивающееся и экономически выгодное направление. Только за первый квартал 2013 г. по результатам технической диагностики оборудования на ПАО «ММК им. Ильича» сэкономлено более 6,7 млн грн.

Для повышения эффективности работы службы диагностики планируется освоение дополнительных неразрушающих безразборных методов диагностирования: акустико-эмиссионный, ультразвуковой, трибодиагностика, толщинометрия. Особое внимание, в связи с приобретением на комбинате лазерного трекера FARO Laser Tracker I ON, уделяется процедуре улучшения состояния агрегатов путем выверки крупногабаритного оборудования и применения обратного инжиниринга для входного контроля

качества деталей индивидуального и уникального изготовления.

Самую серьезную поддержку в развитии данного направления на комбинате оказывает директор по инжинирингу ПАО «ММК им. Ильича» А. В. Левченко. Финансирование инвестиционных проектов по диагностическому оборудованию управляющей компании холдинга поддерживает директор департамента металлургического дивизиона ООО «МЕТИНВЕСТ-ХОЛДИНГ» по ремонтам и инвестициям С. Л. Баранов и начальник управления ремонтов А. А. Фролов. Благодаря этому, активно формируется современная приборная база, которая обеспечит достоверную техническую диагностику оборудования комбината.

## Анотація

Лазаренко О. О., Нарышкіна І. Л., Ченчевич О. В.

Переведення основного устаткування ПВП на обслуговування за фактичним станом

Для забезпечення безаварійної та безперебійної роботи установки ПВП була розроблена програма діагностування 13 основних її агрегатів, з комплексним підходом застосування таких методів як вібродіагностика, теплобачення, термографія, візуально-оптичний контроль (ендоскопія). Організований, у перші півтора місяці дослідно-промислової експлуатації ПВП, системний моніторинг дозволив відстежити динаміку стану окремих вузлів та агрегатів в цілому, сформувані базу цих параметрів діагностування і критеріїв оцінки, встановити залежності технологічних навантажень і динаміки розвитку виявлених дефектів. Завдяки високій достовірності результатів технічної діагностики (98 %) основні агрегати ПВП (млини середнього ходу та ексгаустери трьох технологічних контурів) фактично переведені на ОЗФС.

## Ключові слова

технічна діагностика, обслуговування по фактичному стану

## Summary

Lazarenko A. A., Naryshkina I. L., Chenchovich O. V.

Shifting to the strategy of repair of the main PCI unit equipment according to its actual condition

In order to ensure failure-free and continuous working of PCI unit a diagnostic program foreseeing integrated approach for implementation of such methods as vibrodiagnostics, thermovision, thermography, visual-optical control (endoscopy) was designed for 13 main assemblies of the unit. System monitoring organized during first month and half of experimental-pilot production of the PCI unit, allowed to track dynamics of the condition of separate assembly units and of assemblies in whole, to form a database of diagnostics parameters and evaluation criteria, to determine the dependency relation between technologic load and dynamics of propagation of revealed defects. Owing to the high level of certainty of the technical diagnostics results (98%) the main PCI assemblies (moderate speed grinding mills and exhausters of three technologic lines) are actually shifted to the strategy of maintenance according to their actual condition.

## Keywords

technical diagnostics, maintenance according to the actual condition

Поступила 01.11.13