

Измерения велись* при захвате полосы валками, в установившемся режиме прокатки, при выходе полосы из валков и в режиме холостого хода. Частота записи вибросигналов составляла 2кГц.

Анализ результатов измерений. Первые признаки появления вибраций корпуса редуктора клетки №5 в точке 1 отмечены 11.11.2004. Здесь в отличие от редуктора клетки №6 появились незначительные пики вибрации без явной регулярности. Следующие измерения, выполненные 01.12.2004, 27.12.2004 и 09.02.2005 (рис.2) показали, что вибрационный процесс развивается не только в точке 1, но и в точках 2, 3 и 4 (точка 4 на рисунке не изображена).

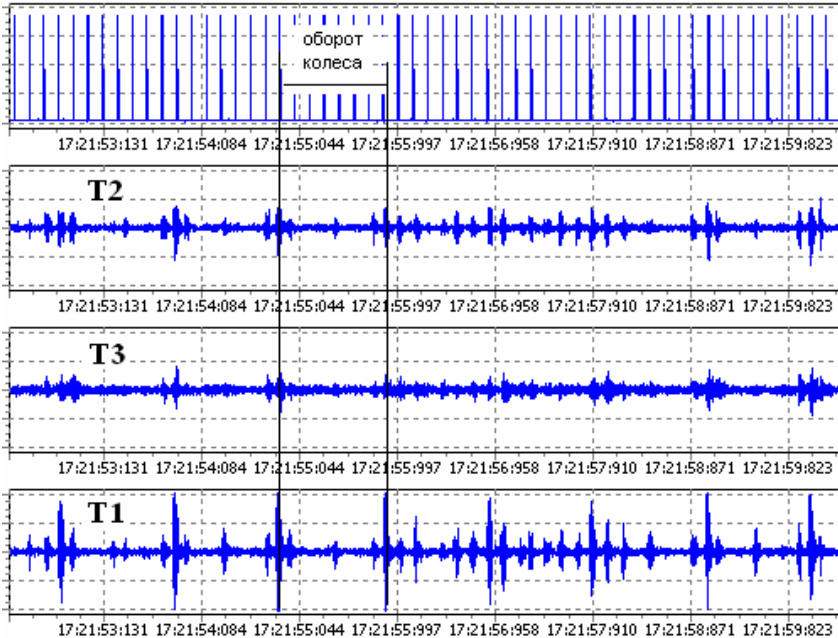


Рис.2. Отметчик оборотов быстроходного вала редуктора и вибрационные процессы в точках 1, 2, 3 клетки №5 во время холостого хода (09.02.2005)

На основании сравнения вибраций по датам и с данными аналогичных замеров редуктора клетки №6, где подобные вибрации отсутствовали, предположили наличие скрытого дефекта, по всем признакам, в зацеплении редуктора клетки №5.

Одному обороту вала шестерни соответствует один импульс, частота заполнения которого равна частоте зацепления зубьев шестерни и колеса

* При участии Подобедова Н.И., Крога П.В., Мацко С.В., Войтовича А.И.

(160–180 Гц в зависимости от скорости прокатки), что показали данные спектрального анализа (рис.3).

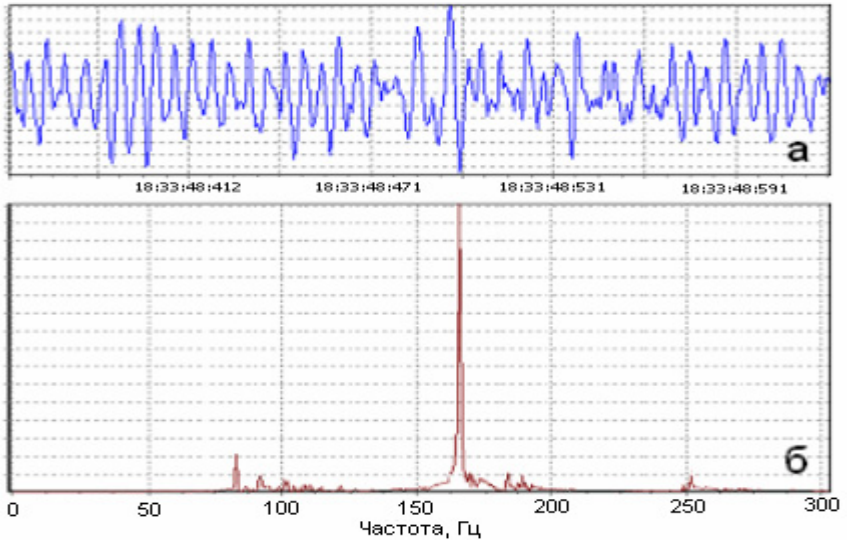


Рис.3. Виброскорость в точке 1 (а) и спектр частот сигнала (б) во время прокатки

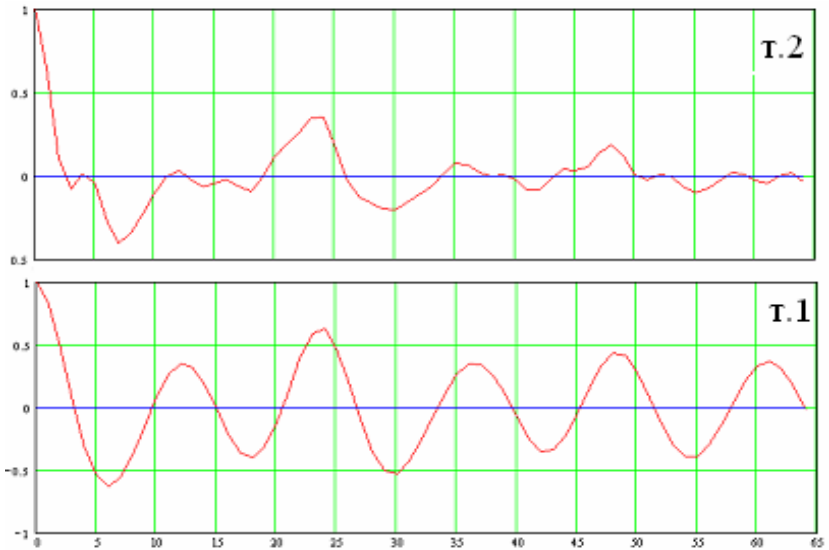


Рис.4. Автокорреляционная нормированная функция вибропроцесса в точках 1 и 2 во время прокатки

Наибольший уровень вибраций отмечен в точке 1. Точки 2, 3 и 4 как бы откликаются на ударные импульсы в точке 1 (рис.2). Расчет автокорреляционных функций показал их затухание в точках 2, 3 и 4 и наличие регулярной составляющей в точке 1 (рис.4). Это позволило уточнить деталь, являющуюся источником периодических ударов (шестерня) и указать место возможного нахождения дефекта – шеврон или подшипник со стороны двигателя.

В ряде случаев примерно через 7 оборотов шестерни, т.е. через один оборот колеса происходит периодическое усиление ударного импульса в точке 1 (рис.2). Согласно известным исследованиям по диагностике зубчатых зацеплений [4] отмеченный характер вибрации появляется при наличии трещины у основания, скола или поломки зуба. В этом случае ударный импульс через зацепление распространяется на все опоры зубчатой пары.

Более детальный анализ показал, что имеет место незначительное смещение момента появления ударного импульса относительно отметчика оборотов шестерни (рис.2). Это дало основание предположить, что кроме некоторого дефекта на одном из зубьев шестерни имеют место существенно меньшие неравномерные дефекты 7–8 зубьев колеса редуктора, расположенных примерно на равном расстоянии друг от друга. Наряду с отмеченным выше, возможны дефекты в подшипнике опоры шестерни со стороны двигателя, которые приводят к подобной вибрации.

Данные анализа показывают, насколько однозначно можно указать, что имеется некоторый дефект в узле и его место и насколько неоднозначно можно вынести заключение о собственно дефекте.

Во время очередного ремонта, не связанного непосредственно с состоянием редуктора, выполнили визуальный осмотр редуктора. Поломки и наличия трещин у основания зубьев шестерни не обнаружили. Зубья колеса имели равномерный питтинг. Путем внешнего осмотра установили, что радиальное и осевое перемещение наружного кольца подшипника в точке 1 было явно больше, чем подшипника в точке 2. При вращении наружного кольца подшипника рукой ощущалось наличие внутреннего задира или местной выработки кольца. К сожалению, в условиях 10–суточного ремонта подшипник был затерян среди отработанного оборудования. По этой причине не удалось выяснить полную фактическую картину его технического состояния. Шестерни и колесо редуктора во время ремонта были заменены новыми, поэтому не удалось выполнить повторные измерения с новым подшипником и с прежней зубчатой парой с целью установить роль последней в изменении вибрационного процесса.

Выводы. Анализ вибрационных процессов в разных точках корпуса редуктора показал постепенное ухудшение ТС редуктора. Установлен узел, являвшийся источником вибраций, распространившихся на весь корпус. Данные анализа показали насколько трудно вынести однозначное заключение о самом дефекте и как важна задача составления правил распознавания ТС редуктора прокатной клетки.

1. *Шефер Х.–Ю.* Состояние диагностики машин в черной металлургии // Черные металлы, – Июнь, 2001. – С. 28–31.
2. *Системы* диагностики и мониторинга в черной металлургии / Х.Айгнер, Г.Хелекаль, В.Хохрайтер и др. // Черные металлы. – Июнь, 2001. – С. 41–45.
3. *Діагностування* механічного обладнання металургійних підприємств /Седуш В.Я., Кравченко В.М., Сидоров В.А., Ошовська О.В. Наукове видання ТОВ «Юго–восток, Лтд», Донецьк, 2004 р. – 98 с.
4. *Генкин М.Ф., Соколова А.Г.* Виброакустическая диагностика машин и механизмов. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.

*Статья рекомендована к печати
членом-корреспондентом НАН України В.И. Большаковым.*