

**И. Н. Заплетников**, д-р техн. наук, проф., **В. А. Кириченко**, канд. техн. наук, доц.  
ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики  
и торговли имени Михаила Туган – Барановского», Украина  
Тел.: +38 (062) 304-50-46, E-mail: obladn@kaf.donnuet.dn.ua

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПО ШУМОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

*Данная статья посвящена экспериментальным исследованием шумовых характеристик оборудования пищевых производств направленных на определение его дефектов по этим характеристикам.*

**Ключевые слова:** картофелечистка, шумовые характеристики, метод ускоренных испытаний, звуковая мощность.

**I. N. Zapletnikov, V. A. Kirichenko**

### **DEFINITION OF DEFECTS EQUIPMENT FOR FOOD PRODUCTION ON NOISE CHARACTERISTICS**

*This article is devoted to the experimental study of the noise characteristics of equipment for food production aimed at determining its defects for these characteristics.*

**Keywords:** potato peeler, noise characteristics, the method of accelerated testing, sound power.

Надежность любого вида оборудования является одним из основных показателей качества [1]. На этот показатель существенно влияет срок его эксплуатации, для увеличения которого очень важно обнаружить дефекты деталей до возникновения поломки. Оценка технического состояния оборудования пищевых производств и своевременное обнаружение в рабочих условиях эксплуатационных повреждений используются методы и средства виброакустического определения дефектов машин, которые базируются на определении излучаемого ими шума.

Широкое внедрение безразборного акустического определения дефектов на машиностроительных предприятиях, а также в эксплуатационных и ремонтных организациях в комплексе с современными безразборными методами контроля является важным резервом повышения качества изготовления и ремонта машин, сокращения непроизводительных простоев техники, затрат запасных частей и смазочных материалов, трудовых затрат и капиталовложений [2].

Использование способов акустического определения дефектов позволяет предотвратить внезапный отказ, исключить разборку механизмов для визуального определения их технического состояния, перейти от планового технического обслуживания машин и механизмов к обслуживанию в зависимости от фактического технического состояния.

Однако на данный момент взаимосвязь повышения уровня звука, излучаемого оборудованием пищевых производств, и дефектами, которые возникают во время эксплуатации, изучена не достаточно.

Методы оценки технического состояния разного оборудования развивались поэтапно. Сначала использовались методы контроля разных параметров, потом мониторинга, и, на последнем этапе, системы диагностики и прогноза технического состояния. Внедрение каждого следующего вида систем дает новые возможности для перехода на обслуживание оборудования по фактическому состоянию.

Так, контроль шумовых характеристик дает информацию о величинах параметров и зоны их допустимого отклонения. При мониторинге появляется дополнительная информа-

ция о тенденциях изменения параметров во времени, которая может использоваться и для прогноза. Еще больший объем информации дает диагностирование, а именно, идентификация места, вида и величины дефекта. Наиболее сложная задача прогноза развития дефекта, а не изменений контролируемых параметров, решение которой позволяет определить остаточный ресурс или прогнозируемый интервал безаварийной работы.

Современные системы мониторинга и акустического определения дефектов по шумовым характеристикам строятся на базе неразрушающих методов контроля и диагностирования.

Используемые в них методы диагностирования можно разделить на две основные группы. К первой относятся методы тестовой диагностики, которые требуют формирования искусственных возмущений, который влияют на объект диагностики. За степенью искажения возмущений судят о состоянии объекта. Возмущения имеют известные характеристики, и предметом изучения является только те искажения, которые возникают при их передаче через объект. Подобные методы строятся на базе довольно простых информационных технологий и широко используются для диагностирования разных узлов на этапе их изготовления, а также машин и оборудования в неработающем состоянии.

Вторая группа содержит в себе методы функциональной (рабочей) диагностики, используемые, в первую очередь, для машин, что является источником естественных возмущений в процессе их работы. Эти методы ориентированы, прежде всего, на анализ процессов формирования возмущений, а не их искажений во время распространения. Более того, искажение обычно усложняют анализ измеренных сигналов и, как следствие, используемую информационную технологию. Лишь для ограниченного круга задач функциональной диагностики используется информация, получаемая в результате анализа искажений естественных возмущений при прохождении их через объект, который диагностируется.

Информационная фаза-временная технология, основанная на сравнимые формы сигналов, измеренных через фиксированные интервалы времени. Эта технология успешно используется для контроля состояния машин обратного-поступательного действия с несколькими одинаковыми узлами, которые нагружаются последовательно через одинаковые интервалы времени.

Сравнение формы сигналов, но уже с эталонной, можно осуществлять с помощью еще одной, информационной спектральной технологии, основанной на восьми полосовом спектральном анализе сигналов. При использовании такого вида анализа сигналов диагностическая информация удерживается в соотношении амплитуд и начальных фаз основной составляющей и каждой из кратных ей по частоте составных [3].

Вышеперечисленные информационные технологии применялись еще в прошлом веке для контроля работоспособности машин. Лишь последняя, спектральная технология, начала широко использоваться в середине прошлого столетия после создания относительно простых анализаторов спектра сигналов разной природы. В настоящее время эти технологии широко применяются в системах контроля и управления оборудованием.

Все они, однако, имеют общий недостаток при использовании в задачах диагностики, когда нужно определить, где зарождаются дефекты разных узлов. Он связан с тем, что разброс величин измеренных параметров даже в группе одинаковых бездефектных машин, как правило, превышает изменения, характерные для появления зарождающихся дефектов.

Развитие средств измерений и вычислительной техники в последние годы позволило частично решить проблемы контроля и диагностики путем создания систем мониторинга машин и оборудования на базе рассмотренных информационных технологий. Однако, такие системы, ориентированные на непрерывный контроль диагностических параметров

конкретной машины или оборудования, имеют специальные режимы адаптации на начальном этапе эксплуатации, когда дефекты чаще всего отсутствуют.

Решением данной проблемы является определение возникающих дефектов оборудования по изменению его шумовых характеристик.

Задача данной работы состоит в нахождении взаимосвязи между повышением уровня излучаемого шума и возникновением дефектов в оборудовании пищевых производств.

Любое технологическое оборудование должно иметь высокие эксплуатационные характеристики, к которым относятся и его шумовые характеристики [4].

На предприятиях питания до 85% обрабатываемых продуктов приходится на овощи, большинство из которых приходится на картофель. Первым этапом обработки картофеля является очищение его от кожуры. С целью облегчения работы работников предприятий питания используются картофелечистки. На этих предприятиях в основном используют картофелечистки периодического действия [5]. Поэтому в качестве исследуемого оборудования была избрана картофелечистка периодического действия МОК-350.

Исследование шумовой характеристики картофелечистки МОК-350 проводилось с применением метода ускоренных испытаний. Измерения проводились аттестованным шумомером 00023 «Роботрон», микрофон устанавливался на специальной стойке с двумя фиксированными положениями траверсы, одно для точек 1-4, другое для точек 5-8. Акустическое и электрическое калибрование шумомера проводилось до и после проведения каждого измерения шумовой характеристики.

Эти испытания проводились форсированным способом, который предусматривает более жесткие условия эксплуатации с периодическим определением необходимых показателей. В связи с этим эксплуатационная нагрузка на картофелечистку была увеличена в 1,5 раза в сравнении с номинальным. Большая нагрузка не применялась из-за проскальзывания ремня клиноременной передачи.

Увеличение нагрузки достигалось за счет большей одноразовой загрузки картофеля в рабочую камеру. Эта загрузка составила 15 кг вместо 10 кг номинального загрузки.

За счет того, что в качестве нагрузочного элемента использовался картофель, были максимально учтены все действующие факторы, который присутствуют во время производственной эксплуатации картофелечистки, и которые зависят от свойств продукта (плотности, твердости, упругости и т.п.).

Для уменьшения потерь картофеля за счет стирания, вода в рабочую камеру не подавалась, поэтому происходило забивание пор абразивной поверхности рабочего органа и камеры мезгой картофеля и как следствие – уменьшение коэффициента трения.

В результате этого потери картофеля на стирание составили в среднем не более 3 % за каждый цикл проведения ускоренных испытаний, который составил 6 часов непрерывной работы картофелечистки.

После каждого цикла ускоренных испытаний проводились измерения шумовых характеристик картофелечистки при работе без продукта с целью определения тенденции изменения шумовых характеристик картофелечистки во времени. Шумовые характеристики картофелечистки определялась при работе без продукта для того, чтобы обнаружить изменения конструкционного шума, то есть без влияния шума, вызванного столкновением картофеля с рабочим органом и камерой картофелечистки.

Шумовые характеристики картофелечистки МОК-350 определялась техническим методом ISO «Акустика» 3743-2-94. За измерительную поверхность был принят параллелепипед, который огибает картофелечистку на расстоянии  $d=1$  м.

После 372 часов общего времени работы в нагруженном режиме произошел электромеханический отказ, то есть картофелечистка вышла из рабочего состояния. Это произошло вследствие выхода из строя верхнего подшипника, установленного на вале рабочего органа. Этот выход из рабочего состояния согласовывается с расчетными значениями общего времени наработку на отказ для машин данного типа.

По усредненным результатам десятикратных измерений шумовых характеристик картофелечистки в контрольных измерительных точках после каждого цикла ускоренных испытаний были определены значения звуковой мощности, дБ и скорректированного уровня звуковой мощности, дБА. Полученные значения проиллюстрированы графиком согласно рисунка 1.

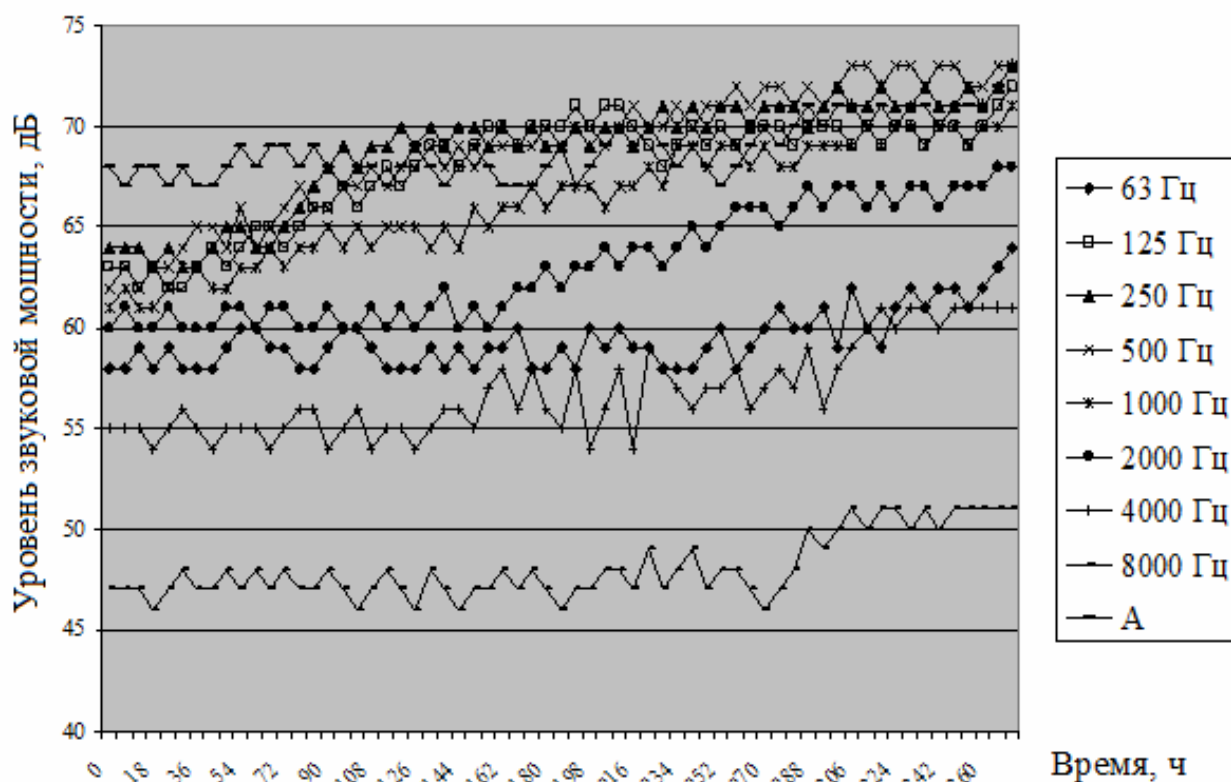


Рис. 1. График изменения шумовых характеристик картофелечистки МОК-350 во времени

Из графика видно, что наступлению электромеханического отказа предшествовало стремительное повышение уровня звуковой мощности. Наиболее стремительное повышение уровня излучаемого звука наблюдалось на высоких частотах.

Кроме того, как видно из рисунка 2 произошло превышение предельно допустимых норм шума на октавных частотах 500 Гц, 1000 Гц и 2000 Гц.

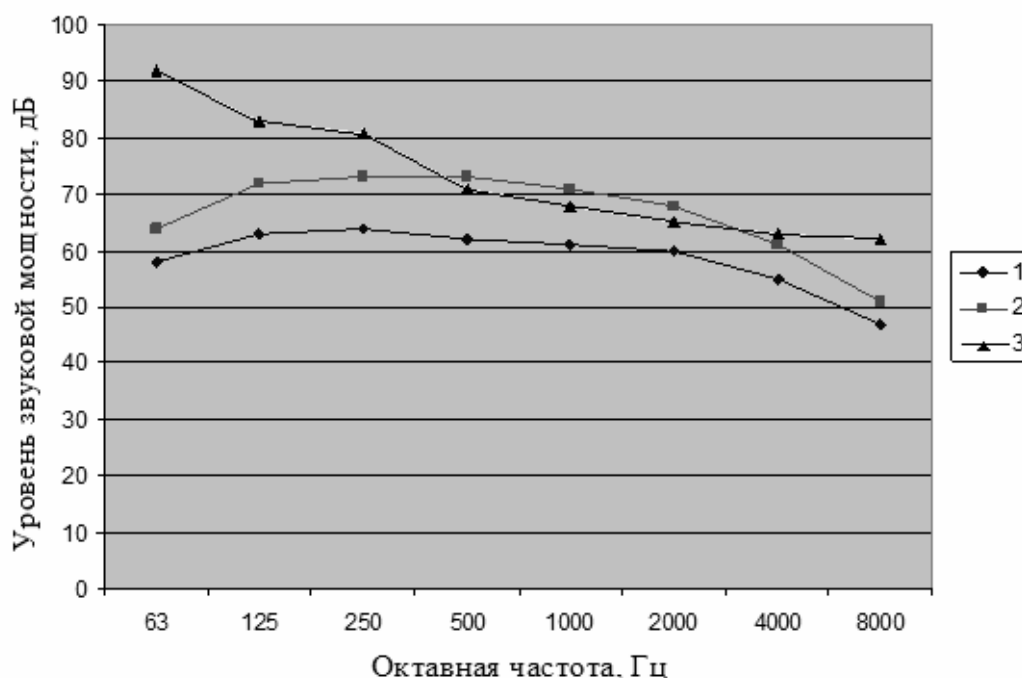


Рис. 2. Виброакустическая характеристика картофелечистки МОК-350

- 1 – до проведения ускоренных испытаний;
- 2 – после проведения 365 часов ускоренных испытаний;
- 3 – предельно допустимые значения уровня звуковой мощности.

Выводы. На основе анализа повышения уровня излучаемого шума картофелечистки и выхода ее из рабочего состояния, можно уверенно утверждать, что повышение уровня звуковой мощности на высоких частотах отвечает появлению дефектов в подшипнике.

Перспективами дальнейших исследований в этом направлении является проведение аналогичных исследований для другого оборудования пищевых производств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Топольник В. Г. Технический уровень и сертификация оборудования пищевых производств: учеб. пособие / Топольник В. Г. / – Донецк: ДонГУЭТ, 2003. – 208 с.
2. Балицкий Ф. Я. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов. / Балицкий Ф. Я., Иванова М. А., Соколова А. Г. / – М.: Наука, 1984. – 120 с.
3. Костюков В. Н., Науменко А. П. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: учеб. пособие // М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Омский гос. тех. ун-т»; НПЦ «Динамика». – 2-е изд., с уточн. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 378 с..
4. Заплетников И. Н. Виброакустика оборудования пищевых производств: монография /И. Н. Заплетников/ Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского. – Харьков: НТМТ, 2015. – 542 с..
5. Заплетников И. Н. Виброакустика машин очистки корнеклубнеплодов: монография / И. Н. Заплетников, Ю. В. Жидков/ Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского. – Донецк: Норд-Пресс, 2008 . – 147 с.

Поступила в редколлегию 20.01.2016 г.