УТВЕРЖДАЮ
Ректор ГОУ ВО ЛНР
«Донбасский государственный
технический институт»
доктор технических наук, доцент
_____Вишневский Д.А.
21. 10. 2022

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Пундика Михаила Александровича на тему «Повышение надежности винтовых компрессоров охлаждающих установок пищевой промышленности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств

Актуальность темы выполненной работы

Диссертационная работа посвящена применению метода раннего технического диагностирования, основанного на комплексном подходе к оценке фактического технического состояния винтовых компрессоров охлаждающих установок пищевой промышленности для предотвращения внезапных отказов в работе компрессорно-конденсаторного агрегата.

Высокие требования к надежности машин и аппаратов обусловлены тем, что в большинстве случаев их отказы в работе приводят к нарушению технологических процессов и простою оборудования. Компрессорно-конденсаторные агрегаты пищевой промышленности, в данном случае, не являются исключением. Несвоевременное проведение технического обслуживания систем и технологических линий приводит не только к длительному простою оборудования, нарушению технологии его работы, но и к значительным экономическим затратам.

Обычно потери за счет недостаточной надежности представляют собой сумму стоимости выходящего из строя агрегата и стоимости связанного с ним оборудования, которое портится или разрушается в результате отказа.

Несмотря на то, что в различных литературных источниках предложены различные модели повышения надежности и долговечности отдельных элементов холодильных модулей, на сегодняшний день задача повышения безотказности путем раннего диагностирования компрессорно-конденсаторных агрегатов на основе комплекса тепловых и вибрационных параметров не имеет законченного решения. Высокие требования, предъявляемые к надёжности технологических систем в настоящее время, определяют актуальность представленной диссертационной работы.

Согласно поставленной цели автор четко сформулировал основные задачи исследований, определил объект и предмет исследований.

Диссертация состоит из введения, пяти разделов и приложения.

ДонНУЭТ
Вх. № 176 93
от "25" 10 2022 г.

Введение отображает такие положения как актуальность, связь работы с научными программами, темами, планами. В разделе сформулированы цель, задачи, объект, предмет и методы исследований. Определена научная и практическая новизна полученных результатов, их полнота изложения.

Первый раздел «Аналитический обзор компрессорных агрегатов предприятий пищевой промышленности и путей повышения их безотказности» посвящен анализу современного состояния вопроса по направлению темы диссертации. Изложены теоретические предпосылки исследований, на основе сформулированных задач исследования. Выполнен литературный обзор работ по отказам и повреждениям механической части винтовых компрессоров, описаны методы технической диагностики на основе теплофизического, вибрационного и аналитического методов.

Второй раздел «Теоретическое обоснование раннего диагностирования на основе логико-вероятностных моделей» посвящен разработке диагностических матриц основных узлов винтового компрессора, для составления общей картины технического состояния каждого из узлов. Разработана структурная схема надежности компрессорно-конденсаторного агрегата с описанием математических зависимостей с помощью Булевых выражений. Подтверждена актуальность темы и определены наиболее проблемные элементы винтового компрессора, техническая диагностика которых является наиболее приоритетной. Автором так же была проделана и отображена работа по сбору и обработке статистического анализа отказов механической части винтовых компрессоров. Результатом статистического анализа является получение численных значений вероятности обращений в сервисную службу в связи с отказами подшипникового узла компрессора.

В третьем разделе «Аппаратурное и методическое обеспечение экспериментальных исследований» проведен анализ разработанного экспериментального стенда для определения вибрационных характеристик подшипникового узла вертикального герметичного винтового компрессора. Разработанный стенд позволяет исследовать многофакторные модели, описывающие одновременное влияние температуры масла, частоты издаваемого сигнала и расстояния, пройденное им через масляную ванну, для определения технического состояния подшипникового узла вибрационным методом технической диагностики. Разработана методика комплексного исследования с применением планирования эксперимента.

В четвертом разделе «Влияние компрессорного масла на вибрационную картину технического состояния компрессорно-конденсаторного агрегата» отображены результаты исследований по определению технического состояния герметичного вертикального винтового компрессора, применяемого в системе охлаждения предприятий пищевой промышленности. В результате проведенных экспериментальных исследований автором установлено, что для уменьшения погрешности при проведении технической диагностики необходимо знать не только частотный диапазон работы подшипникового узла и температуру масла в компрессоре, но и расстояние отдаления подшипникового узла от корпуса компрессора,

которое в наибольшей степени оказывает влияние на затухание среднеквадратичного значения виброускорения. Наиболее значимым вкладом данного раздела является установление влияния температуры масла, частоты и расстояния прохождения вибрационного сигнала, на среднеквадратичное значение виброускорения в точке установки пьезоэлектрического вибропреобразователя, что обеспечивает точную информацию о техническом состоянии механической части винтового компрессора.

Пятый раздел «Практическая реализация результатов исследования» автор посвятил демонстрации практической реализации схем технической диагностики компрессорно-конденсаторных агрегатов. Данная схема позволяет автоматически контролировать техническое состояние агрегата по температурным, вибрационным и токовым параметрам.

Основные научные результаты и их значимость для науки

Основные научные результаты, полученные автором:

1. Обоснована перспективность использования комплексного метода технического диагностирования по тепловым и вибрационным параметрам для предотвращения внезапных отказов компрессорно-конденсаторной системы.
2. Впервые установлена комплексная зависимость вероятности безотказной работы компрессорно-конденсаторного агрегата от технического состояния его основных узлов.
3. Разработан метод раннего диагностирования электромеханической и тепловой системы компрессорно-конденсаторного агрегата по комплексу диагностических параметров.
4. Получена функциональная зависимость сочетательного влияния температуры масла, частотного диапазона и расстояния, пройденного вибрационным сигналом через масляный слой на среднеквадратическое значение виброускорения подшипникового узла компрессорно-конденсаторного агрегата.

Практическая значимость работы:

1. Разработана методика оценки технического состояния компрессорно-конденсаторных агрегатов на ранних этапах развития повреждений механической части.
2. Разработан алгоритм определения вибрационных характеристик компрессорно-конденсаторного агрегата и оценка его технического состояния.
3. Разработаны предложения по определению контрольно-диагностирующих точек технического состояния подшипникового узла для вертикального герметичного винтового компрессора.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация соответствует поставленной цели и задачам по ее достижению, а также полученным результатам и выводам. Степень научной

новизны диссертации достаточна для кандидатской диссертации и относится ко многим ее аспектам. Полученные в диссертационной работе результаты являются новыми и достоверными. В качестве научных результатов, полученных лично автором, следует отметить:

1. Разработка диагностических матриц неисправности компрессорно-конденсаторного агрегата охлаждающих установок предприятий пищевой промышленности с учетом внешних и внутренних факторов воздействия для составления комплексной картины анализа надежности системы.

2. Разработка логико-вероятностной модели изменения технического состояния компрессорно-конденсаторного агрегата от степени развития дефекта его основных узлов.

3. Определение функциональной взаимосвязи влияния температуры масла, частотного диапазона и расстояния, пройденного вибрационным сигналом через масляный слой, на «затухание» вибрационного сигнала среднеквадратического значения виброускорения.

4. Создание структурно-логической схемы диагностики компрессорно-конденсаторного агрегата по вибрационным, тепловым и токовым параметрам.

Общие замечания

Имеются следующие замечания к работе:

1. В первом разделе необходимо было больше внимания уделить теплофизическому методу технической диагностики энергетического оборудования, более точно обосновать его достоинства и недостатки для раннего этапа развития повреждений механической части винтовых компрессоров.

2. Во втором разделе отсутствует должное описание рисунка 2.6 – «Зависимость плотности распределения от значения середины интервала».

Аналогичное замечание и к рисунку 2.9.

3. В таблицах 4.2–4.5 – «Результаты проведения исследований определения технического состояния компрессорного агрегата 1227NHL6X6K» не указано, как именно автором была получена теоретическая потребляемая мощность, от чего она зависит и как влияет ее значение на общую картину технического состояния компрессора.

4. Рисунки 4.7–4.11 – «Спектральный анализ виброускорения компрессорного агрегата 1227NHL6X6K» заслуживают гораздо большего внимания от автора, как и пояснения возможных причин появления модуляционных линий на представленных спектрах.

5. В пятом разделе автор приводит структурно-логическую схему диагностики компрессорно-конденсаторного агрегата, в которой стоило бы пересмотреть количество «Уровней» и их назначение в «Алгоритме диагностирования» с трех до двух.

Заключение

Диссертационная работа выполнена на высоком научном и практическом уровне и представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Указанные выше замечания не снижают положительной оценки данной работы, так как автор способен самостоятельно ставить и решать многофакторные задачи научного и прикладного характера. Научные труды, опубликованные соискателем, в полной мере отображают содержание диссертации. Основные положения диссертационной работы апробированы на научных и научно-практических конференциях, в том числе и международных.

В целом диссертационная работа по актуальности, научной новизне и обоснованности результатов соответствует паспорту научной специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств, а ее автор, Пундик Михаил Александрович, заслуживает присуждение степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры прикладной гидромеханики имени З.Л. Финкельштейна ГОУ ВО ЛНР «Донбасский государственный технический институт» (Протокол № 3 от 21.10.2022г.).

Канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой
прикладной гидромеханики
имени З.Л. Финкельштейна
ГОУ ВО ЛНР «Донбасский
государственный
технический институт»
г. Алчевск, пр. Ленина, 16
т/факс (06442) 2-68-87,
E-mail: info@dstu.education _____ Чебан Виктор Григорьевич

Канд. техн. наук,
доцент кафедры
прикладной гидромеханики
имени З.Л. Финкельштейна
ГОУ ВО ЛНР «Донбасский
государственный
технический институт» _____ Левченко Оксана Александровна

Подпись Чебана В.Г. удостоверяю
Ведущий специалист О.И. Лемешко