

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Кафедра теоретической и прикладной механики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Вибродиагностика центробежных насосных систем

УДК 621.67-75

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е21	Чернов Валентин Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПМ	Зиякаев Г.Р.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. менеджмента	Н.А. Гаврикова	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Е.С. Невский	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПМ	Е.Н. Пашков	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

Приложение Г.1

Форма задания на выполнение выпускной квалификационной работы

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование
Кафедра теоретической и прикладной механики

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4Е21	Чернов Валентин Николаевич

Тема работы:

Вибродиагностика центробежной насосной системы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Произвести анализ существующих систем вибрационной диагностики, а также рассчитать собственные частоты узлов центробежной насосной системы.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений науки и техники в рассматриваемой области; 2. Проведения расчета на определение собственных частот насосного оборудования; 3. Финансовый менеджмент; 4. Социальная ответственность; 5. Выводы по работе.
Перечень графического материала	1. Схема подключения оборудования; 2. схема установки оборудования при проведении диагностики; 3. тренд развития дефектов;
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Невский Е.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1.02.2016
---	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ТПМ	Зиякаев Г.Р.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4E21	Чернов Валентин Николаевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «Вибрационная диагностика центробежной насосной системы» содержит 53 страниц текстового документа, 11 использованных источников, 3 листов графического материала.

Ключевые слова: вибрация, вибродиагностика, роторные машины, центробежный насосы, дефект, подшипники, спектр, спектроанализатор, виброскорость, виброускорение, среднеквадратичная скорость.

Объектом исследования являются центробежные насосы для перекачки нефтепродуктов и поддержания пластового давления

Цель работы - изучение систем вибрационной диагностики центробежных систем.

В процессе работы проводились исследования вибрации, возникающих в процессе эксплуатации насосного агрегата.

Эффективность диагностики определяется тем, что исключается замена работоспособного оборудования, в отличие от системы планово-предупредительных ремонтов, что ведет к снижению расходов на материал и увеличению срока службы оборудования в целом.

Список сокращений

ППР – планово-предупредительный ремонт

СКЗ – среднеквадратичная скорость

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

ЦНС – центробежный насос секционный

СИЗ – средства индивидуальной защиты

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат.....	4
Список сокращений.....	5
Введение.....	7
1. Обзор литературы.....	9
2. Организация ремонтных мероприятий на производстве.....	10
3. Системы диагностики оборудования на производстве.....	14
3.1. Основные методы диагностики современного промышленного оборудования.....	14
3.2. Системы вибрационной диагностики.....	15
3.2.1. Диагностика по общему уровню вибрации.....	18
3.2.2. Диагностика по спектрам вибросигналов.....	19
3.2.3. Диагностика по соотношению пик/фон вибросигнала (Крест- фактор).....	22
3.2.4. Диагностика по энергетическому спектру.....	25
3.2.5. Диагностика по спектру огибающей сигнала.....	26
4. Диагностика технического состояния оборудования с применением систем вибродиагностики.....	27
4.1. Виды вибродиагностик.....	31
5. Расчетно-конструкторская часть.....	32
5.1. Расчет основных частот вибрации насоса.....	32
5.2. Расчет основных частот вибрации подшипников качения.....	33
5.3. Расчет основных частот вибрации асинхронного двигателя.....	35
6. Финансовый менеджмент.....	36
7. Социальная ответственность.....	43
Заключение.....	60
Список литературы.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Надлежащее техническое обслуживание оборудования и своевременный ремонт могут существенно увеличить срок его эксплуатации на производстве, а также уменьшить затраты на содержание (например, за счет уменьшения затрат на устранение результатов внеплановых остановок), повысить надежность работы предприятия и т. д.

Для крупных предприятий, которые используют дорогое и сложное оборудование, вопросы его технического ремонта и обслуживания являются крайне важными.

При наличии на предприятии большого количества оборудования, которое подлежит постоянному контролю технического состояния, обслуживанию, периодическому ремонту и его модернизации, чрезвычайно сложно выполнять техническое обслуживание и ремонт на постоянной основе. Однако еще труднее, когда это оборудование разбросано по месторождению или цеху друг от друга. Чтобы упростить управление техническим обслуживанием и ремонтом и повысить его эффективность возможно использование специальных системы.

Основная задача, которая стоит перед этими системами — уменьшение затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования, повышение надежности и стабильности во время его работы, а также долговечности, что в результате позволяет уменьшить себестоимость продукции и гарантировать стабильную работу предприятия.

Актуальность данной темы состоит в том, что множество деталей оборудования при системе планово-предупредительных ремонтов заменяется, не выработав свой срок службы, тем самым предприятие несет

постоянные убытки на приобретение и замену соответствующих узлов агрегата. Вибродиагностика может позволить сократить затраты ресурсов, так как исключит преждевременную замену совершенно исправного оборудования. Данной проблемой занимаются такие организации, как «Балтех», «Диамех», «ZETLAB».

Объектом исследования являются центробежные насосы для перекачки нефтепродуктов и поддержания пластового давления

Целью работы является изучение систем вибрационной диагностики центробежных систем.

Предмет исследования – проведения вибрационной диагностики с целью изучения природы возникновения дефектов в роторных машинах и возможности их предупреждения.

Практическая значимость результатов – результаты, приведенные в данной ВКР могут быть использоваться в области машиностроения.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Несмотря на большой спектр возможностей вибродиагностики, вопрос остается актуальным по сей день по некоторому ряду причин. Среди них - недостаток надежных критериев оценивания технического состояния, динамики развития дефектов, отсутствие способов прогнозирования возможного остаточного ресурса. Имеющиеся аспекты предусматривают лишь предельные состояния характеристик, которые не способны оценить на ранней стадии их возникновения.

Анализ общего уровня вибрации, метод спектрального анализа огибающей частотной вибрации, метод ударных импульсов и частотный анализ являются основными методами вибродиагностики, они используются при решении задач мониторинга и многофункциональной диагностики электрических машин.

Одним из простейших методов вибродиагностики является измерения общего уровня вибрации является одним из простейших методов вибрационной диагностики, при котором в широких частотных диапазонах происходит измерение среднеквадратичных или пиковых показателей виброускорения механических колебаний [1].

Диагностика, которая основана на анализе только вибрации, используется только в тех случаях, когда она дает возможность обнаружить абсолютное (более 90%) число потенциально опасных видов дефектов на их ранней стадии возникновения и спрогнозировать безаварийную работу машины на необходимый срок для ее подготовки к текущему ремонту. В настоящее время такая возможность может быть реализована не во всех отраслях промышленности и не для всех типов

машин. Успешность методов вибрационной диагностики связана с прогнозом состояния низкооборотного нагруженного оборудования, в этом случае вибрация не оказывает решающего влияния на его надежность и стабильность работы. Применение специальных мер по снижению уровня вибрации используется очень редко. В этой ситуации параметры вибрации предоставляют наиболее полное отражение состояния узлов оборудования.

Сложнее всего решаются вопросы вибрационной диагностики в случае с машинами возвратно-поступательного действия и высокооборотных газотурбинных двигателей. Для первого случая полезный сигнал вибрации во много раз перекрыт от воздействия ударных импульсов, возникающих при смене направления движения инерционных элементов, тогда как во втором - шумом потока, который создает сильную вибрационную помеху в доступных для периодического измерения вибрации точках контроля [8]. Для получения диагностической информации необходимо определить некоторую перспективную технологию, а именно технологию статистического распознавания образов.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Обслуживание оборудования происходит в соответствии со следующими методами (рис.1):

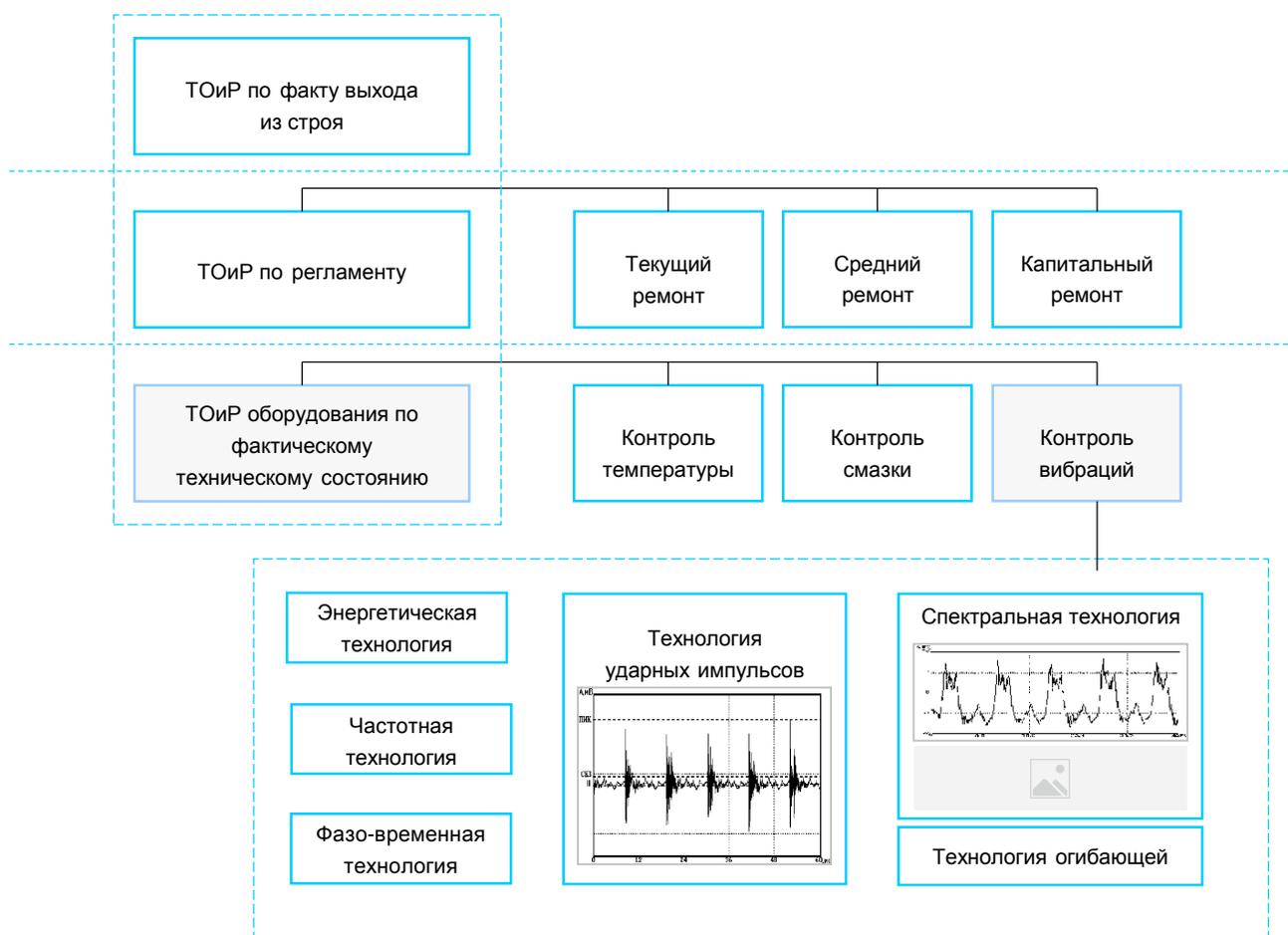


Рис. 1. Методы организации ремонта и обслуживания оборудования

- **Техническое обслуживание, а также ремонт оборудования по факту выхода его из строя** — эксплуатирование оборудования до его выхода его из строя.

- **Техническое обслуживание, ремонт оборудования по регламенту** — техническое обслуживание оборудования, которое производится через определенные промежутки времени и в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя вне зависимости от его технического состояния.

• **Техническое обслуживание и ремонт оборудования по фактическому техническому состоянию** — проведение технического обслуживания только в том случае, когда это обуславливается наступлением высокой вероятности отказа оборудования.

- *ТОиР оборудования по факту выхода его из строя* используется в большей степени только для дополнительного и весьма дешевого оборудования. Этот метод является эффективным только тогда, когда затраты на замену оборудования не превышают затраты на его обслуживание и ремонт.
- *ТОиР оборудования по регламенту* также называется планово-предупредительным ремонтом (*ППР*). Этот метод подразумевает принудительное и периодичное осуществление ремонтов, а также соответствующих профилактических работ.

Для данного метода характерно заблаговременное составление плана проведения периодических ремонтов машины. Ремонт оборудования предприятия чаще всего планируется на год и на месяц. В основе планирования лежат определенные для каждого агрегата или оборудования структуры *ремонтных циклов*, другими словами, порядок чередования проведения ремонтов (текущих или средних) в определенной последовательности и через определенные промежутки времени между капитальными ремонтами. Во время планирования ремонта устанавливается количество ремонтов, их виды и сроки выполнения, определяется трудоемкость, рационально распределяются дежурный персонал и ремонтные рабочие по цехам и участкам, определяется необходимый материал, его количество, запасные части, а также денежные

затраты. Объем работ для каждого периодического ремонта машины заранее определяется планом, который в дальнейшем должен быть уточнен в соответствии с результатами осмотра перед началом ремонта.

Таким образом, такой вид планирования носит задачу возможного распределения возможных ресурсов (время, материал, деньги) для осуществления выполнения ремонтных циклов оборудования.

На сегодня разработки в области систем ППР сводятся к автоматизации с помощью процессов составления годовых и месячных графиков ремонтов, а также ведения учета оборудования и расхода материалов и деталей, которые необходимы для проведения возможных ремонтных работ.

Однако сам метод обслуживания оборудования по регламенту является весьма неэффективным, так как способен решать задачи ремонта и технического обслуживания оборудования только в отсутствие более эффективных методов обслуживания оборудования, например, по фактическому состоянию.

Методы обслуживания оборудования по фактическому техническому состоянию гораздо эффективнее — обслуживание производится в объеме и вовремя, когда в этом есть необходимость. Использование данных методов позволяет:

- уменьшить количество ремонтов и сократить число запасных частей и материалов из-за проведения обслуживания на ранних стадиях развития дефектов;
- повысить надежность работы оборудования, уменьшить число внезапных отказов и аварийных ситуаций;
- сократить прибыль из-за простоев оборудования.

Для возможности осуществления такого ремонта диагностика объекта с целью определения его реального состояния, что может позволить наилучшим образом спланировать время и объем ремонтов или обслуживания. При работе любого оборудования происходит износ его частей с последующим выходом их из строя. Любой износ или развивающиеся дефекты характеризуются изменениями некоторых параметров, которые необходимо обнаружить и контролировать. Для этого применяются методы *неразрушающего контроля* – методы контроля оборудования, сохраняющие целостность и пригодность его к использованию.

3. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

3.1 Основные методы диагностирования технологического оборудования.

Техническое диагностирование – определение технического состояния объектов

Задачи диагностики:

Основная задача – обеспечение безопасности, надежности и эффективной работоспособности оборудования, а также сокращение затрат на техническое обслуживание оборудования и уменьшение потерь от простоев в результате незапланированных отказов.

Техническая диагностика делится на:

- Визуально-измерительные методы контроля (ВИК)

- акустические методы, которые основаны на анализе параметров звуковых волн;
- тепловые методы;
- трибодиагностика – анализ состава масел
- радиография – метод, основанный на прохождении ионизирующего излучения и проявления снимка на пленке
- магнитопорошковый метод;
- ультразвуковой контроль;
- вибрационные методы контроля - анализ параметров вибраций технических объектов;

3.2. Системы вибрационной диагностики

Вибрационная диагностика – это один из способов диагностирования технологического оборудования, который основывается на анализе параметров вибрации, которая создается работающим оборудованием, либо является вторичной вибрацией, которая обусловлена структурой исследуемого объекта. Вибродиагностика может решаться следующие задачи: выявлять причины высокого уровня вибрации агрегатов и обнаруживать скрытые дефекты конструкций. Данный метод является одним из основных методов контроля технического состояния оборудования. Вибрационная диагностика проводится специализированным персоналом при помощи приборов, которые позволяют достоверно определить характер и степень вибрации, а затем причины этих проявлений.

Основные положения

Колебания – движение частиц среды около своего положения равновесия.

Различают:

Свободные колебания – это колебания, которые получаются в результате того, что на объект действует сила, которая со временем возвращает тело в исходное положение. К таким силам может относиться сила тяжести, сила упругости, сила сопротивления. Одним из ярких примеров является колебание маятника на пружине. Вынужденные колебания – это колебания, которые протекают под влиянием внешних сил. Такие колебания не затухают.

Автоколебания – это колебания, которые также являются незатухающими, которые возникают под действием сил постоянного характера. Пример – маятник часов.

Параметрические колебания – колебания, вызванные изменением параметра системы, например, массы или скорости.

Резонанс – резкое возрастание значения амплитуды вынужденных колебаний, которое может наступать в том случае, когда частота внешнего источника будет приблизительно равна одной из собственных частот конструкции.

Биения – явление, которое может возникать в случае наложения двух гармонических колебаний близкой частоты.

Возникает биение вследствие отставания одного сигнала от другого по фазе.

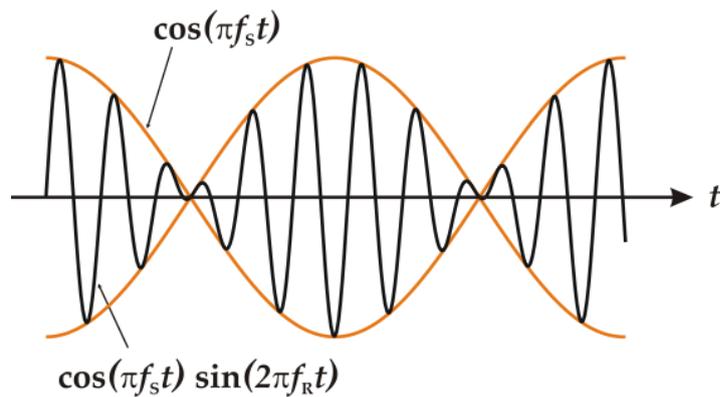


Рис. 2. График колебаний при биениях

Биение звука можно слышать при настройке музыкального инструмента, имеющего струны. Если частота струны незначительно отличается от частоты камертона, то слышно, что звук пульсирует — это и есть биения. Струну нужно подтягивать или ослаблять так, чтобы частота биений уменьшалась. При совпадении высоты звука с эталонным биения полностью исчезают. Биения звука также можно услышать при игре на музыкальных инструментах, например пианино или гитаре, когда различной высоты звуки создают интервалы и многозвучия (аккорды).

Еще биения возникают при одновременной работе 2-х вентиляторов, двигателей, на насосных агрегатах с асинхронными двигателями при наличии одновременно механической и электромагнитной неисправности. Так как частота вращения двигателя 49 Гц, а частота питающей сети 50 Гц и при наличии неисправностей возникают биения с частотой 1 Гц.

Рассмотрим свободные колебания струны, закрепленной по концам (Рис. 3). Если отклонить струну от положения равновесия по синусоиде, то форма колебаний будет сохраняться, такая форма называется собственной формой. Частоты, на которых реализуются собственные формы колебаний, называются собственными частотами (гармониками).

Основная (первая) гармоника.



Вторая гармоника.



Третья гармоника.



Рис. 3. Собственные формы колебаний струны.

Основной тон – это первая собственная частота f_1 ,

Вторая собственная частота $f_2=2*f_1$,

Третья собственная частота $f_3=3*f_1$.

3.2.1 Диагностика по общему уровню вибрации

Данный метод обнаружения дефектов в механизмах и узлах агрегатов входит в распространенную простейшую оценку общего технического состояния по общему уровню вибросигнала. Метод реализуется обслуживающим персоналом без специальной вибродиагностической подготовки, т. к. для проведения диагностики дефектов достаточно использовать виброметры простейшей конструкции.

К недостаткам метода можно отнести то, что такая диагностика позволяет определять дефекты только на самой последней стадии их

развития, другими словами, – это предаварийная диагностика дефектов.

В данном методе критерии степени развития дефекта полностью ориентированы на соответствующие нормативные уровни вибрации, соответствующие определенному механизму. Дефектным признается тот механизм, вибрации которого превысили общую принятую норму. При значениях уровня вибрации, превышающих допустимые, необходимо принимать решение о возможности дальнейшей эксплуатации агрегата, узла, механизма.

Оценка общего уровня вибрации, как правило, осуществляется по СКЗ виброскорости. Пересчет виброскорости должен производиться с учетом сложения всех гармонических составляющих.

3.2.2 Диагностика по спектрам вибросигналов

Диагностика по спектрам вибросигналов позволяет выявить большое количество дефектов оборудования. Во многих случаях методом можно диагностировать дефекты агрегатов с середины второго этапа развития, когда уровень энергии резонансных колебаний заметен в общей картине частотного распределения всей мощности вибросигнала. Реализация данного метода требует хорошего спектроанализатора и подготовленного персонала.

Модуль функции $S(\omega)$ характеризует распределение интенсивности гармонических составляющих сигнала $S(t)$ по частотам, а величина

$|S(\omega)d\omega|$ соответствует амплитуде синусоидального колебания с частотой ω , содержащегося в сигнале $S(t)$, рис. 6.

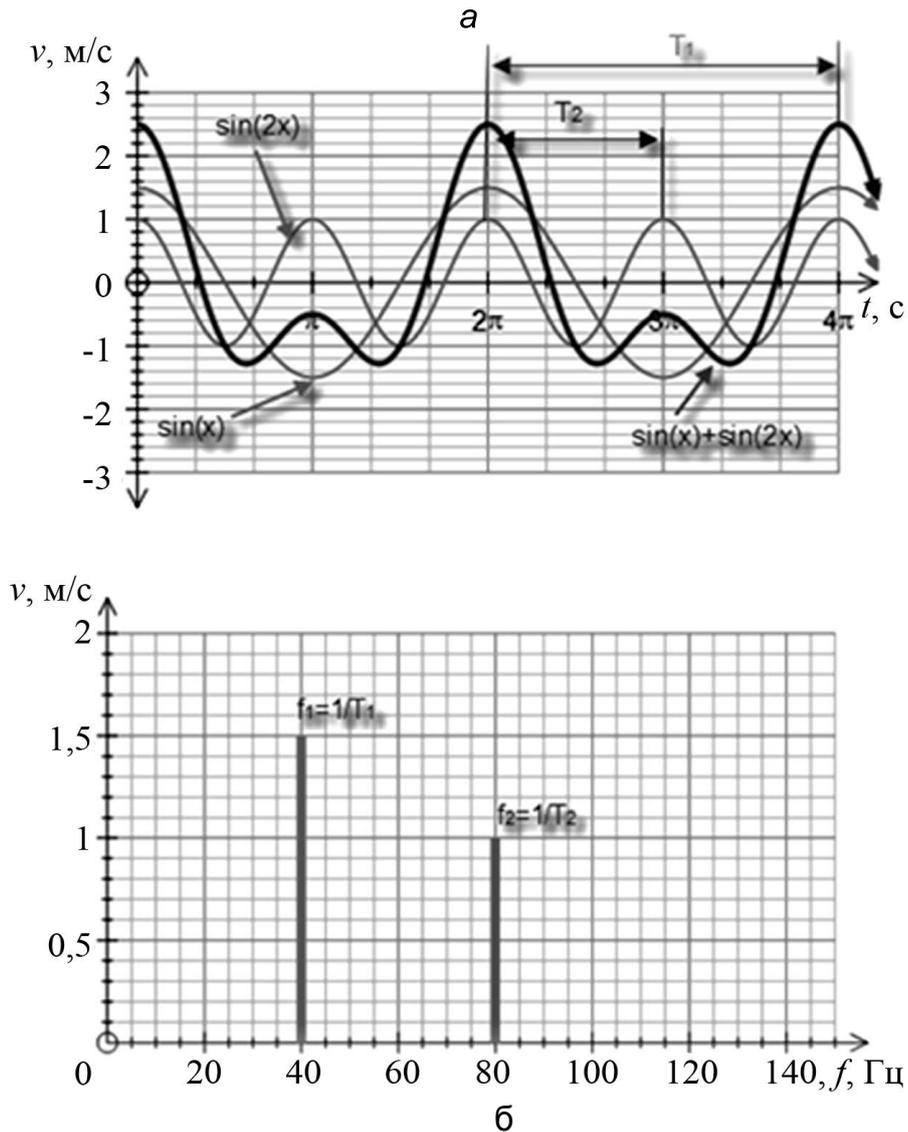


Рис. 4. Описание периодического сигнала:
 а – во временной области; б – частотных областях

При пропускании сигнала после вибропреобразователя через анализатор спектра с необходимой шириной полосы пропускания на выходе получим амплитудный спектр.

Разложение сложного сигнала в ряд Фурье дает составляющие спектра, представляющие собой при узкополосном анализе гармонические составляющие сложного сигнала. Зная частоты, на которых проявляются неисправности кинематических пар механизмов, по амплитуде составляющих спектра можно оценить их состояние.

Почти периодические колебания чаще всего встречаются при суммировании двух и более гармонических процессов, при этом возбуждаемые различными источниками частоты возбуждаемых колебаний не кратны. Для почти периодической вибрации измеряемыми величинами, так же как и для гармонических колебаний, являются пиковые, среднеквадратичные значения виброскорости, вибросмещения и виброускорения.

Пересчет виброскорости, вибросмещения и виброускорения должен производиться с учетом сложения всех гармонических составляющих:

$$V_e = \sqrt{s_1^2 \omega_1^2 + s_2^2 \omega_2^2 + \dots + s_n^2 \omega_n^2} ;$$

$$V_e = \sqrt{\frac{a_1^2}{\omega_1^2} + \frac{a_2^2}{\omega_2^2} + \dots + \frac{a_n^2}{\omega_n^2}}$$

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2},$$

где $\omega = 2\pi f$ – круговая частота; s_1, s_2, \dots, s_n ; a_1, a_2, \dots, a_n – амплитуда вибросмещения и виброускорения всех составляющих вибрации по частотам.

Большинство стандартов по вибрации и нормативных документов в качестве нормируемого параметра вибрации для контроля за техническим состоянием машины или механизма устанавливают СКЗ виброскорости в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц. Однако следует сказать, что применение только одного параметра виброскорости сужает частотный диапазон для предварительной оценки состояния оборудования.

Достоверность большинства практических диагнозов по состоянию,

например, подшипников качения, полученных при использовании классических спектров вибросигналов, является неожиданно низкой.

«Неожиданность» такого парадокса запрограммирована заранее и заложена в особенностях спектральной вибродиагностики. Ошибки ранних диагнозов заранее прогнозируемы и заключаются в том, что классический спектр, по своему определению, – это распределение в частотной области мощности исходного временного вибросигнала. Поэтому появление явно выраженных узких пиков на спектре в зоне характерных частот того или иного элемента механизма, имеющих большую амплитуду и существенную мощность, следует ожидать только при мощности дефекта, соизмеримой с мощностью четко диагностируемых пиков на спектре, т. е. дефект должен быть достаточно развитым.

3.2.3 Диагностика по соотношению пик/фон вибросигнала (Крест-фактор)

Метод имеет несколько примерно одинаковых по эффективности модификаций:

- обнаружение высокочастотного сигнала;
- измерение ударных импульсов;
- измерение энергии импульса.

Модификации позволяют выявить дефекты агрегатов на достаточно ранних стадиях, начиная с конца первого этапа развития. Для реализации метода применяются достаточно простые и дешевые приборы.

Крест-фактор – быстро рассчитываемый и удобный параметр, который позволяет пользователю определить количество ударных импульсов во временном сигнале. Эта информация полезна, тем более что не всегда может быть получена при анализе спектров, т. к. на спектрах отсутствуют различия

между ударами и «белым шумом». Удары на временном сигнале могут быть вызваны износом элементов подшипника качения, износом зубьев в зацеплении или кавитацией. Чаще крест-фактор используется при периодическом мониторинге для наблюдения за увеличением или уменьшением числа ударов.

Крест-фактор равен отношению пикового значения амплитуды временного сигнала к СКЗ. Основная цель вычисления крест-фактора – дать специалисту первоначальное представление о количестве ударов во временном сигнале. Удары часто ассоциируются с износом подшипников качения, кавитацией и износом зубьев.

В синусоидальном сигнале с единичной амплитудой значение СКЗ равно 0,707, а значение крест-фактора соответственно 1,41. Сигнал не содержит ударных импульсов, поэтому значение крест-фактора выше 1,41 говорит о присутствии ударов во временном сигнале.

Крест-фактор удобно использовать при качественной оценке происходящих процессов, т. к. быстрое преобразование Фурье, несмотря на утверждение, что любой сигнал может быть разложен в сумму гармонических синусоидальных сигналов, не выполняется для непериодических сигналов, ударов и «белого шума». И удары, и «белый шум» выглядят на спектрах одинаково, несмотря на существенные их отличия применительно к вибрационному анализу.

Ниже приведено сравнение двух временных сигналов [10].

На рис. 5 и рис. 6 показано изменение амплитуды виброускорения, отмечены пиковые значения для первого ($a_{\text{пик}} = 2,7 \text{ м/с}^2$) и второго случая ($a_{\text{пик}} = 1,7 \text{ м/с}^2$). При найденных СКЗ виброускорения – $0,87 \text{ м/с}^2$ и $1,06 \text{ м/с}^2$ соответственно, значение крест-фактора для временного сигнала на рис. 7 – 3,1, для сигнала на рис. 8 – 1,61.

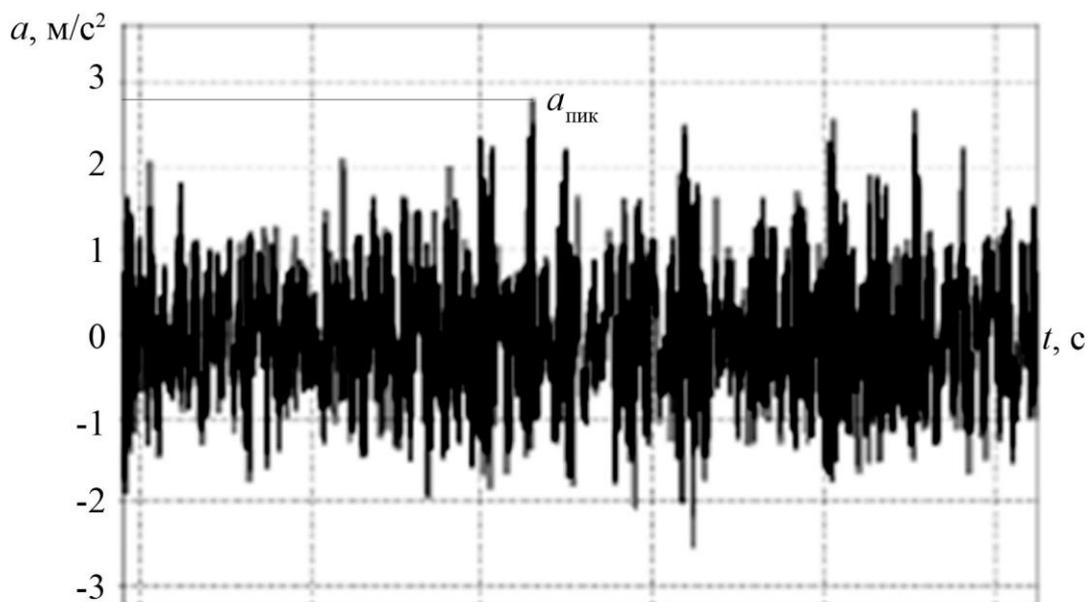


Рис. 5. Временной сигнал дефектного подшипника

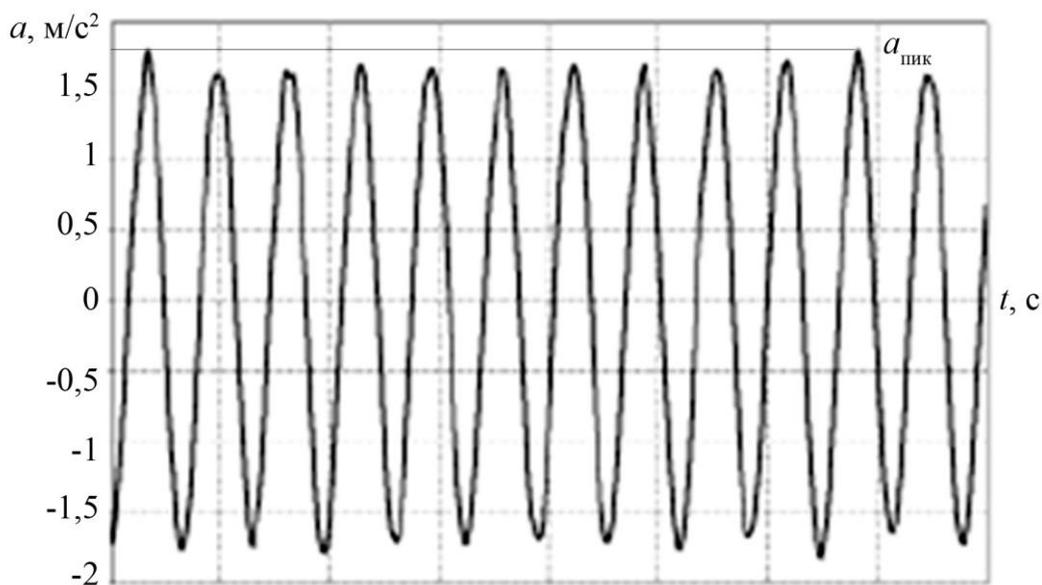


Рис. 6. Временной сигнал подшипника качения с люфтом

Значение крест-фактора 3,1 для временного сигнала (рис. 7) указывают на сильный износ подшипника качения, что характеризуется присутствием ударов в подшипнике.

Значение крест-фактора 1,61 (рис. 8) характеризует наличие люфтов, но импульсы, вызванные износом подшипника, отсутствуют.

3.2.4 Диагностика по энергетическому спектру

Энергетический спектр показывает распределение энергии сигнала в частной области (рис. 9), по которому можно сделать вывод о техническом состоянии отдельных узлов агрегатов и определяется как

$$G(\omega) = \frac{S^2(\omega)}{2\pi}.$$

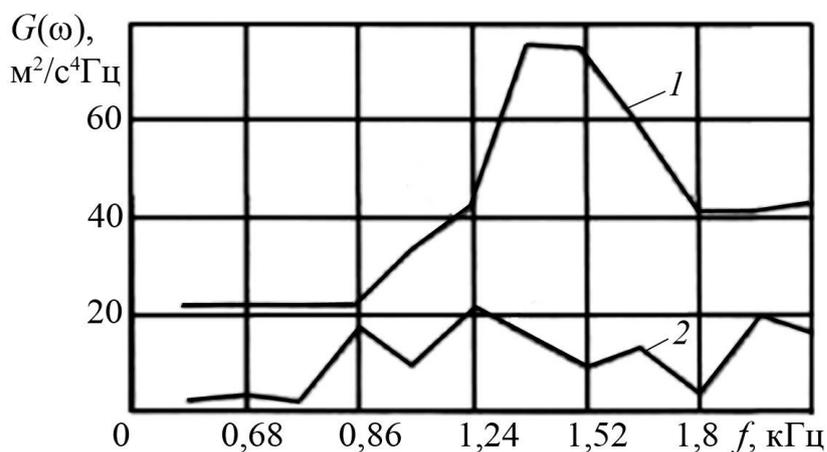


Рис.7. Спектр виброакустического сигнала:
1 – при наличии дефекта в подшипнике; 2 – при отсутствии дефекта

Составляющие спектра называются спектральной плотностью мощности виброакустического сигнала.

3.2.5 Диагностика по спектру огибающей сигнала

Эффективный метод нахождения зарождающихся дефектов, т. к. меньше всего подвержен всевозможным помехам и имеет большую достоверность. Это и объясняет широкое применение данного метода на практике.

Спектр огибающей вибрации – спектр огибающей высокочастотных случайных составляющих вибрации, которые предварительно выделены из полного сигнала при помощи полосового фильтра.

Параметры спектра огибающей (частоты и амплитуды гармонических составляющих) позволяют определить свойства возникающей вибрации, которая приобретает амплитудную модуляцию, возникающую в узлах агрегата вследствие трения.

Типичный спектр огибающей случайной вибрации узла трения, а именно подшипника качения, приведен на рис. 8.

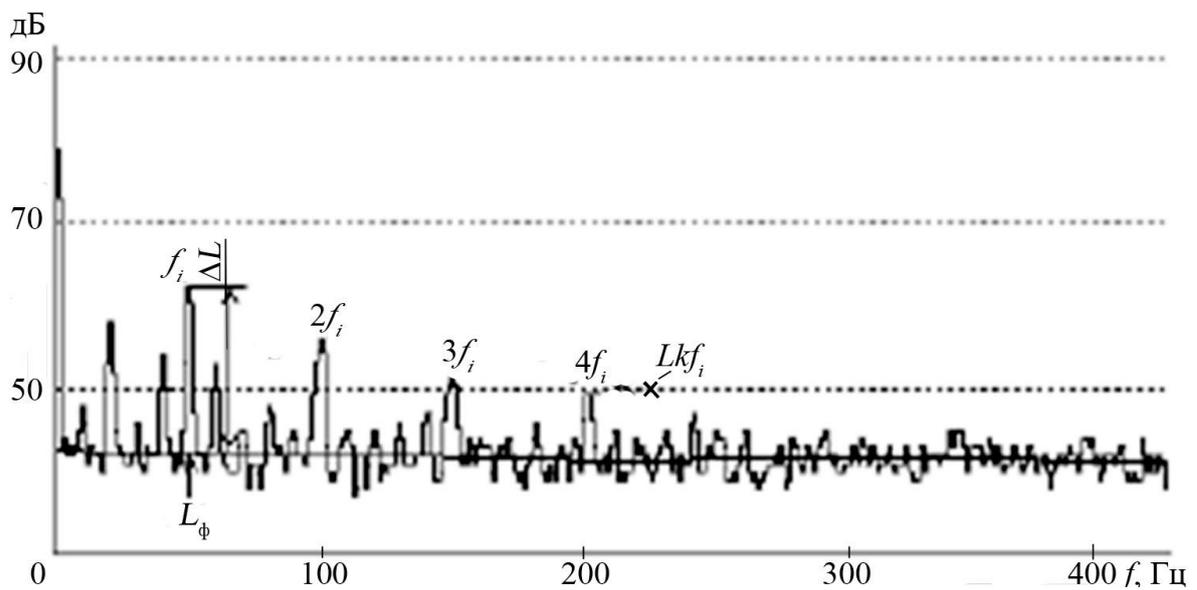


Рис. 8. Спектр огибающей вибрации подшипника качения с дефектом наружном кольце

В том случае, когда дефекты отсутствуют, спектр имеет только фоновые (случайные) составляющие с близкими по величине уровнями.

Дефект поверхностей, имеющих трение между собой, приводит к модуляции вибрации с определенной частотой f_i . В спектре появляется ряд гармонических составляющих на частотах kf_i , причем k может иметь как одно значение, например $k = 1$, так и группу: $k = 1, 2, 3, \dots$ Вид дефекта определяется частотой модуляции f_i и числом k обнаруженных гармонических составляющих.

Величину дефекта можно определить ΔL максимальной из гармоник Lkf_i и фона L_f .

На рис. 9 приведен алгоритм обработки сигнала, реализуемый при методе огибающей спектра [3].

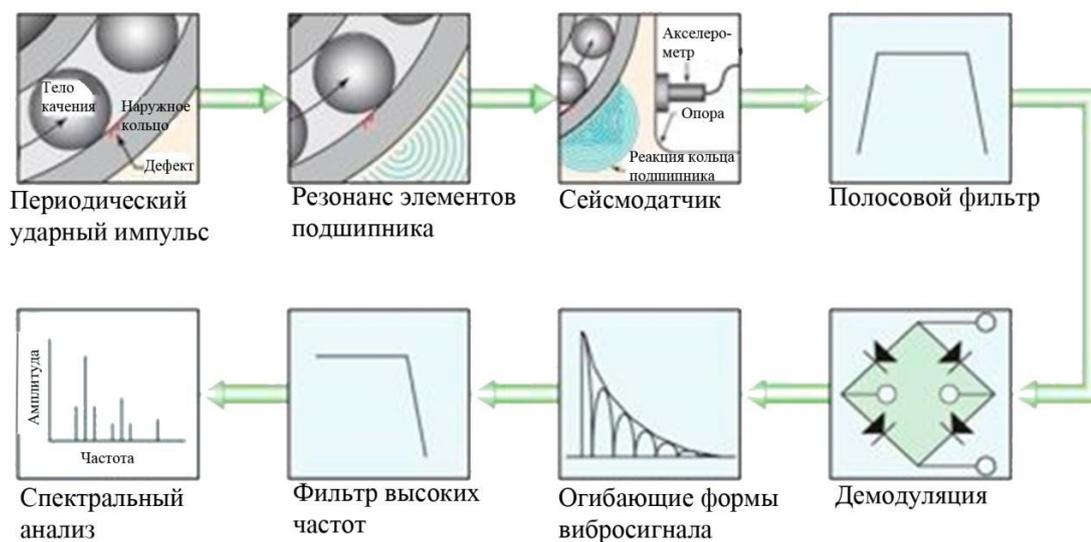


Рис. 9. Алгоритм обработки сигнала

4. ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

Очень часто техническое обслуживание агрегатов в промышленности

осуществляется лишь после планово-принудительных проверок, т.е. выполняется разборка приборов лишь в целях профилактического осмотра и последующего ремонта при необходимости. Такой подход к ремонтным работам не может предотвратить неожиданные повреждения подверженных износу деталей, а напротив лишь ускоряет их износ. Кроме того, неправильная сборка после профилактического осмотра вызывают последующие деформации, тем самым сокращая срок жизни машины.

Решить эту проблему можно, организовав непрерывный контроль изменения параметров состояния аппарата. Такой способ особенно рекомендуется для работы с дорогостоящими объектами, поломка которых может остановить весь производственный процесс.

Одним из лучших разделов технического диагностирования, который обеспечивает оперативный контроль параметров текущего состояния машинного оборудования в процессе использования без его демонтажа, — виброакустическая диагностика. Исследуемый параметр которой — виброакустический сигнал, содержащий информацию о колебательном процессе.

Рассмотрим вибродиагностику на примере насосных агрегатов на нефтебазах.

Нефтебазы оснащены разного вида насосными станциями, которые являются важнейшими объектами, предназначенными для перекачки и подачи нефти и других жидкостей. Вибрация насосов — основной показатель, который должен контролироваться с помощью средств измерения с определенной периодичностью.

Вибродиагностика электродвигателей насосов позволяет обнаружить появляющиеся дефекты, предупреждать их развитие и перейти на ремонт по фактическому техническому состоянию. Тем самым своевременная проверка обеспечивает безопасность и предотвращение аварий при транспортировке нефтепродуктов.

Для обнаружения дефектов агрегата используется информация,

полученная в измерительных точках и направлениях измерения, будь то вертикальные, горизонтальные или осевые векторы. Быстрые скачкообразные сдвиги сигнализируют о процессе разладки в механизме. Выявление причины повреждений, т.е. постановка диагноза неисправности, осуществляется на основе анализа меняющихся параметров сигнала.

Контроль осуществляется по следующим параметрам вибрации:

- мгновенные значения
- пиковые значения
- СКЗ
- частоты основного тона и гармоник
- крутизна фронта нарастания и длительности действия импульса
- спектральные характеристики

Существует огромное множество электрических преобразователей, преобразующих механические колебания в электрический сигнал: пьезоэлектрические, индуктивные и вихретоковые, емкостные, пьезорезистивные и т.д.

В отличие от других типов пьезоэлектрические акселерометры эффективны при измерении всех колебательных величин практически в любых необходимых динамических и частотных диапазонах. Такие датчики часто используются для измерения механической вибрации и ударов.

Насосы разделяются на два типа: динамические и объемные. Динамические подразделяется на: центробежные, осевые, вихревые шнековые, струйные. Объемные на поршневые, винтовые, ручные.

Поскольку насосный агрегат — это рама с элементами крепления к фундаменту от приемо-выкидных трубопроводов к коллектору, при работе насосов рама подвергается сильным вибрациям. Измерение и мониторинг параметров таких вибраций может осуществляться с помощью акселерометров ВС 110.

Для того, чтобы оценить жесткость крепления рамы к фундаменту, вибрация измеряется на всех элементах крепления насоса. Измерения производят в вертикальных направлении на анкерных болтах или рядом с ними на фундаменте, на расстоянии, не превышающем 100 мм от них. Измерение может проводиться при плановом и неплановом вибродиагностическом контроле. Важнейший и надежный признак нарушения жесткости — изменение характера вибрации при переходе через дефектные узлы сопряжения. Для обнаружения которых снимают контурную характеристику в разных местах объекта и его элемента, измеряя амплитуду и фазу вибрации на первой (и, иногда, высших) гармонике.

Роторная система насосов также подвергается интенсивным вибрация, она представляет собой роторы электродвигателя и насоса, соединенных упругой муфтой, и вкладышей подшипников.

При длительной работе в насосах обоих типов происходит износ подшипников, что приводит к повышенной вибрации агрегата. Длительная эксплуатация изношенных подшипников приводит к перекоосу ротора, последствия которого: рост потребления мощности, повышенный перегрев подшипников и стойки, задевание за корпус рабочего колеса, перекоос и задевание за корпус сальникового уплотнения.

Неисправности роторной системы агрегатов можно определить или предотвратить, используя акселерометры ВС 111, которые устанавливаются в трех взаимно-перпендикулярных осях подшипников двигателя и самого насоса. Состояние подшипников оценивается в 4-х частотных диапазонах по результатам цифровой обработки сигналов датчика

Применяемые в измерениях и анализе акселерометры подключаются к анализатору спектра ZET 017-U8 без предварительных усилителей. Анализатор спектра обеспечивает поддержку измерительных преобразователей и содержит источник питания, преобразует аналоговый сигнал в цифровую последовательность и передает сигналы для дальнейшей обработки на ПК с установленным программный обеспечением ZETLab.

Анализатором поддерживаются стандартные интерфейсы для связи с ПК: USB, Ethernet, Wi-Fi.

К анализаторам спектра также можно подключать и другие измерительные приборы для более детальной диагностики насосов, тем самым достигая минимума затрат на мониторинг и диагностику большого количества удаленного друг от друга оборудования.

На рисунке 12 изображена схема подключения вибродиагностического оборудования:

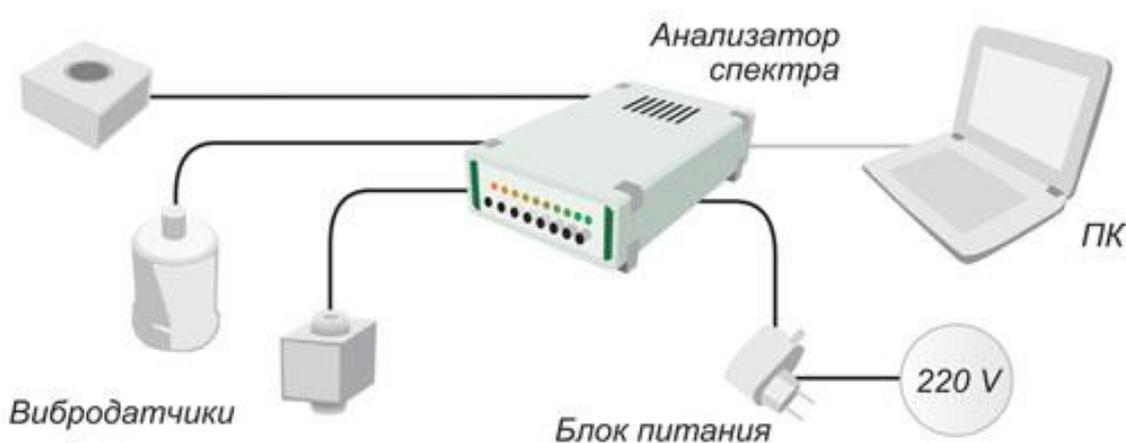


Рис.10.- Схема подключения вибродатчиков

Вибродиагностическое оборудование широко используется в нефтяной и газовой (компрессоры), химической (насосы), энергетической (турбины), металлургической (привода), судостроительной (двигатели), авиастроительной и других отраслях промышленности.

4.1. Методы вибродиагностики

В общем случае методы вибродиагностики делятся на активные и пассивные.

Пассивные методы - это такие методы, когда отсутствует специальная система нагружения конструкции, а в качестве нагружения используют

случайное или регулярное воздействие природного или техногенного характера.

На практике использование метода пассивной вибродиагностики осуществляется при случайном воздействии: транспортного потока, прогона автомобиля, ветра и т.п. В зависимости от того, каким способом регистрируют и обрабатывают данные, характеристики отклика могут являться: частоты низших форм колебаний пролетных строений, спектры мощности или относительные амплитуды, величина добавки динамического коэффициента. Когда сопоставляют результаты с данными расчетной модели, сооружение носит, скорее, качественный характер и может проводиться по частотам 1-2 низших форм колебаний (частотный анализ).

Методы активной вибродиагностики – это искусственное приложение к конструкции импульсной или гармонической вибрационной нагрузки.

Практическое использование импульсного нагружения в активной вибродиагностике производится: прогоном автомобиля через искусственные неровности, оттяжкой конструкции тросом через размыкающее звено и т.д. При активном воздействии на конструкцию импульсной нагрузкой, из-за малой продолжительности воздействия, получение стационарных колебаний затруднительно, что может привести к необходимости многократного повторения нагружения. В зависимости от того, как регистрируют и обрабатывают данные, характеристиками отклика сооружения являются: частоты низших форм колебаний пролетных строений, спектры мощности или относительных амплитуд, величина добавки динамического коэффициента.

5. Расчетно-конструкторская часть

Расчет собственных частот вибраций насоса

1.1 Произвести расчет собственных частот вибраций центробежного секционного насоса.

1.2 Данные для расчета:

- Подача $Q = 180 \text{ м}$
- напор 1900 м^3
- Число лопаток (лопастей) $N=15$ шт;
- Скорость вращения вала: $n=3000$ об/мин.

1.3 Расчет проводим по методике, изложенной в [5]. Частота вращения вала

$$f_{\text{вр}}=n/60=3000/60=50 \text{ Гц}$$

1.4 Расчет лопаточной (лопастной) частоты:

$$f_{\text{л}}= N \cdot f_{\text{вр}}= 15 \cdot 9,92=750 \text{ Гц.}$$

Расчет собственных частот вибрации радиально-упорного подшипника качения

2.1 Исходные данные для расчета:

Подшипник SU113526 центробежных насосов:

- $d_{\text{н}} = 230 \text{ мм}$
- $d_{\text{в}} = 130 \text{ мм}$
- $d_{\text{тк}} = 26 \text{ мм}$
- $\alpha = 11^\circ$
- $z = 19$ шт.

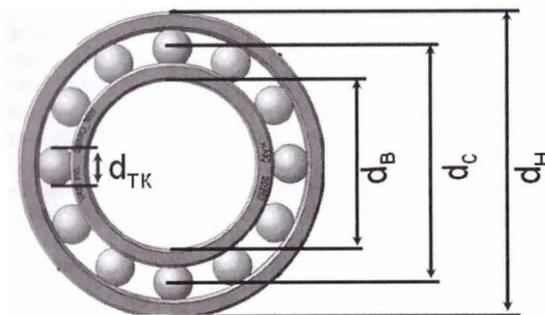


Рис.11- Схема подшипника качения

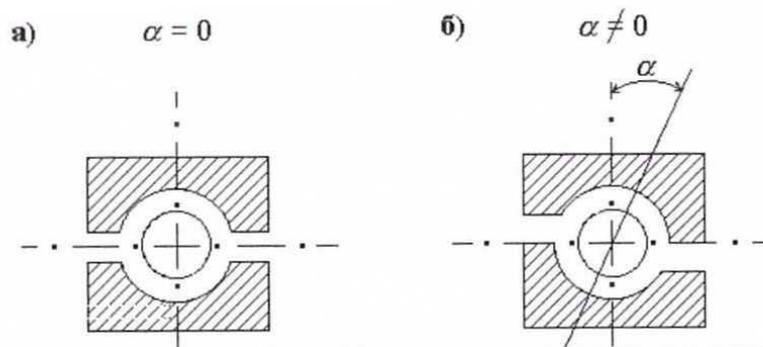


Рис.12 - Радиальный (а) и радиально-упорный (б) подшипники

Скорость вращения внутреннего кольца: $n=268,8$ об/мин.

2.2 Расчет частоты вращения:

$$f_{\text{вп}} = \frac{n}{60} = \frac{268,8}{60} = 4,48 \text{ Гц.}$$

2.3 Расчет диаметра сепаратора:

$$d_c = \frac{(d_H + d_B)}{2} = \frac{(230 + 130)}{2} = 180 \text{ мм.}$$

2.4 Расчет частоты вращения сепаратора:

$$f_c = \frac{1}{2} f_{\text{вп}} \left(1 - \frac{d_{\text{тк}}}{d_c} \cos \alpha \right) = \frac{1}{2} 4,48 \left(1 - \frac{26}{180} \cos 11^\circ \right) = 1,92 \text{ Гц}$$

2.5 Расчет частоты контакта тел качения с одним из колец:

$$f_{\text{тк}} = f_c \left(\cos \alpha + \frac{d_c}{d_{\text{тк}}} \right) = 1,92 \cdot \left(\cos 11^\circ + \frac{180}{26} \right) = 15,18 \text{ Гц}$$

2.6 Расчет частоты перекатывания тел качения по наружному кольцу:

$$f_H = f_c \cdot z = 1,92 \cdot 19 = 36,48 \text{ Гц}$$

2.7 Расчет частоты перекатывания тел по внутреннему кольцу:

$$f_B = (f_{\text{вп}} - f_c) \cdot z = (4,48 - 1,92) \cdot 19 = 48,64 \text{ Гц}$$

Расчета собственных частот вибрации асинхронного двигателя

3.1 Исходные данные параметры асинхронного двигателя: скорость вращения двигателя $n=596,4$ об/мин число зубцов ротора $Z_{рт}=74$, частота питающего напряжения $f_1=50$ Гц.

3.2 Частота вращения двигателя равна

$$f_{вр} = n/60 = 596,4/60 = 9,94 \text{ Гц}$$

3.3 Основная частота магнитных сил:

$$2f_1 = 100 \text{ Гц}$$

3.4 Зубцовая частота:

$$f_z = f_{вр} \cdot Z_{рт} = 9,94 \cdot 74 = 735,56 \text{ Гц}$$

Приложение К.1

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4E21	Чернов Валентин Николаевич

Институт	ИПР	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Технологические машины и оборудование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p><i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах</i></p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p>	-
<p>2. <i>Сравнение экономической эффективности вариантов управления оборудованием</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Расчет величины капиталовложений при использовании вибродиагностической установки.</i> • <i>Расчет эксплуатационных затрат для вибродиагностической установки</i> • <i>Расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования при системе ППР</i> • <i>Расчет срока окупаемости внедрения вибродиагностики</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Капитальные затраты при использовании вибродиагностической установки</i> 2. <i>Эксплуатационные затраты при вибродиагностике</i> 3. <i>Эксплуатационные затраты при системе ППР</i> 4. <i>Срок окупаемости вибродиагностической установки</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Н.А.Гаврикова	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4E21	Чернов Валентин Николаевич		

Затраты на вибрационную диагностику

Затраты на вибродиагностику состоят из затрат на ремонты, которые включают в себя:

- Капитальные
- эксплуатация вибродиагностического оборудования:
 - оплата труда рабочего
 - затраты на электроэнергию
 - накладные расходы

Расчет капитальных затрат на приобретение, доставку и монтаж оборудования

Поскольку установка мобильная – затрат на монтаж не требуется.

Капитальные затраты:

$$K = C_0 + C_T,$$

где K – капитальные затраты, руб;

C_0 – стоимость оборудования, руб;

C_T – транспортные расходы (5% от C_0), руб.

Стоимость одной единицы вибродиагностического оборудования продукции ZETLAB – 100000. Данных вибродатчиков для проведения работ на производстве нам потребуется 10.

$$K = 1000000 + 50000 = 1050000 \text{ руб.}$$

Таким образом, для того, чтобы приобрести 10 единиц

вибродиагностического оборудования нам потребуется 1050000 рублей. Данные о ценах виброоборудования взяты с сайта производителя <http://www.zetlab.ru>.

Расчет времени работы оборудования

Фонд рабочего времени оборудования в год:

$$FD = ((FK - B) * K_{см} * D_{с}) * (1 - K_{п}),$$

где FD – действительный годовой фонд рабочего времени оборудования, часов;

$K_{см}$ – количество смен работы электрического оборудования; (2)

FK – календарный фонд рабочего времени (365 дней);

B – количество выходных дней при вахтовом способе работы 15/15 (24 дня);

$D_{с}$ – длительность смены (12 часов);

$K_{п}$ – потери рабочего времени (0,05% – 0,15%).

$$FD = ((365 - 24) * 12 * 2) * (1 - 0,15) = 6956,4 \text{ часа.}$$

Фонд оплаты труда

Основная заработная плата:

$$\Phi_{оз} = C_{ср} * T * D * K_{пр} * B,$$

где $C_{ср}$ – тарифная ставка; (200 руб.)

T – время работы за смену (12 ч.)

$K_{пр}$ – коэффициент, который учитывает размер премий (1,3).

D – количество рабочих дней в месяц (15)

B – количество вахт за год (12)

Фонд основной заработной платы для данного цеха за год:

$$\Phi_{оз} = 200 * 12 * 15 * 1,3 * 12 = 561600 \text{ (руб)}$$

Дополнительная заработная плата

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{оз}} * \text{Кдз},$$

где Кдз – коэффициент, учитывающий размер дополнительной заработной платы. (1,1)

$$\Phi_{\text{д}} = 561600 * 1,1 = 617760 \text{ (руб)}$$

Отчисления от заработной платы

соц. страхования – 4,72%;

фонд занятости – 1,24%;

пенсионный фонд – 31%.

Отчисления от заработной платы = 30%, т.е. 185328 (руб).

Расчет стоимости электрической энергии

Годовые эксплуатационные расходы определяются по формуле:

$$W_{\text{n}} = P_{\text{n}} * \text{FD},$$

где P_{n} – потребляемая мощность, кВт;

FD – годовой действительный фонд времени оборудования, часы.

$$W_{\text{n}} = 0.00005 * 6956,4 = 0,34$$

Стоимость электроэнергии вычисляется по формуле:

$$C_{\text{эл}} = C * W_{\text{n}},$$

где $C = 4,63$ руб – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии.

$$C_{эл}=4,63*10*6956,4*0,34=112026 \text{ (руб).}$$

Расчет общих затрат

Затраты на ремонт оборудования вычисляются как:

$$C_{рем} = Фдз + О + Нр + C_{эл} + Сп,$$

где Нр – накладные расходы.

Фдз – фонд оплаты труда

О – отчисления на соц. страхования

Сэл – расходы

Сп – расходы на проведение проверок

Таблица 1 – Затраты на ремонт при вибродиагностике

Затраты	Сумма
1. Фонд оплаты труда рабочих	617760
2. Отчисления на социальное страхование	185328
3. Накладные расходы	370656
4. Расходы на электроэнергию	112026
5. Расходы на проведение проверок оборудования	80000
	1365770

Затраты при системе ППР

Затраты при данной системе ремонтов состоят из затрат на сам ремонт, а также:

- затраты на материалы
- оплата труда рабочего
- накладные расходы

Расчет затрат на материалы и запчасти для технического обслуживания и ремонта оборудования

Затраты на материалы и запчасти для технического обслуживания и ремонта оборудования:

$$C_{\text{мат}} = C_{\text{об}} * 5\%,$$

где $C_{\text{об}}$ – стоимость промышленного оборудования.

Стоимость одного центробежного насоса для перекачки нефтепродуктов составляет 1000000 руб. Насосов такого типа для добычи нефти, поддержания пластового давления и проведения различных исследовательских работ требуется 10 единиц.

$$C_{\text{мат}} = 10000000 * 5\% = 500000 \text{ (руб)}$$

Расчет общих затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования

Затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования вычисляются как:

$$C_{\text{рем}} = \Phi_{\text{дз}} + O + C_{\text{мат}} + N_{\text{р}} + C_{\text{м}},$$

где $N_{\text{р}}$ – накладные расходы.

$C_{\text{м}}$ - монтаж оборудования (22% от стоимости нефтепромыслового оборудования)

Таблица 2 – Затраты на техобслуживание и ремонт при системе ППР

Затраты	Сумма
1. Фонд оплаты труда рабочих	660000
2. Отчисления на социальное страхование	200000
3. Стоимость материалов для техобслуживания и ремонтов	500000
4. Накладные расходы	400000
	1760000

Срок эксплуатации оборудования – 10 лет. В случае применения вибродиагностического оборудования будет происходить экономия в 394229 руб.

Применяемое виброоборудования окупит себя через 3,5 года после введения в эксплуатацию.

Форма задания для раздела «Социальная ответственность»

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4Е21	Чернову Валентину Николаевичу

Институт	ИПР	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ можно выделить следующие <u>вредные факторы</u> производственной среды при работ по вибродиагностике центробежного насоса:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенный уровень шума на рабочем месте; - Повышенный уровень вибрации; <p>К <u>опасным факторам</u> относятся следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пожароопасность; - наличие вращающихся механизмов. <p><u>Негативным воздействием</u> на окружающую среду может являться загрязнение грунтовых вод вследствие нарушения технологии эксплуатации насосного агрегата;</p> <p>К <u>чрезвычайным ситуациям</u> возникновения пожара вследствие взаимодействия рабочего агента (газа) с кислородом воздуха; короткое замыкание</p>
--	--

<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования</p> <p>ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Общие требования</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>В зависимости от длительного и интенсивного воздействия шума происходит большее или меньшее снижение чувствительности органов слуха, выражающееся временным смещением порога слышимости, которое исчезает после окончания воздействия шума, а при большой длительности и (или) интенсивности шума происходят необратимые потери слуха (тугоухость), характеризующиеся постоянным изменением порога слышимости.</p> <p>Повышенный шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы, репродуктивную функцию человека, вызывает</p>
--	--

	<p>раздражение, нарушение сна, утомление, агрессивность, способствует психическим заболеваниям.</p> <p>По ГОСТ 12.1.003-83 допустимый уровень шума составляет 80 дБ. Однако при работе центробежного насоса уровень шума может достигать 120 дБ.</p> <p>Предлагаемые средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - согласно ГОСТ 12.1.029-80 внутреннюю часть стен корпуса ЦНС, можно покрыть шумопоглощающей изоляцией. Также возможно применение звукоизолирующего кожуха; - в качестве средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 персонал необходимо снабдить противошумными наушниками, закрывающими ушную раковину снаружи, либо противошумными вкладышами, перекрывающими наружный слуховой проход и прилегающие к нему.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>В ЦНС основным рабочим органом является ротор, частота вращения которого достигает 6000 об/мин. На роторе имеются секции, которые состоят из рабочего колеса и направляющего аппарата. При несвоевременном обслуживании агрегата возможен износ лопаток, повреждение агрегата и травмирование человека. В качестве средств защиты необходимо использовать защитные экраны по ГОСТ 12.2.062-81.</p> <p>Маслосистема представлена совокупностью трубопроводов, окутывающих ЦНС. Контакт с системой при работающей установке может привести к ожогам различной степени, в зависимости от времени контакта и температуры. В качестве средства защиты необходимо использовать термостойкие перчатки.</p> <p>Причиной пожара может стать утечка газа, который используется в качестве рабочего вещества в ЦНС. В качестве меры профилактики должны использоваться системы контроля загазованности.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><u>Защита селитебной зоны</u></p> <p>При строительстве ЦНС, в которых в качестве привода используются асинхронные двигатели, учитываются нормы санитарно-защитной зоны согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03;</p> <p><u>Воздействие на атмосферу</u></p> <p>ЦНС использует в качестве рабочего вещества жидкость или природный газ, который представляет собой смесь продуктов сгорания с избыточным горением</p> <p><u>Воздействие на гидросферу</u></p> <p>Единственным возможным воздействием может являться разлив отработанного масла ЦНС в случае несоблюдения правил замены масла и его транспортировки.</p> <p><u>Воздействие на литосферу</u></p>

	<p>Работа ЦНС подразумевает осуществление регулярного технического обслуживания. Замена отработавших материалов и узлов приводит к образованию твердых отходов производства (металлолом черный и цветной, фторопласт, прочий бытовой и технический мусор). Для утилизации бытовых отходов применяются полигоны твердых бытовых отходов.</p> <p><u>Решения по обеспечению экологической безопасности:</u></p> <p>- При выполнении работ по наливу, сливу, зачистке транспортных средств и хранилищ следует соблюдать инструкции и правила техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, разработанные для каждого предприятия с учетом специфики производства.</p> <p>Работающие с нефтью и нефтепродуктами должны быть обучены безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004..</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные ЧС на объекте:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аварийная остановка при превышении частоты вращения ротора; - аварийная остановка при превышении температуры в рабочей камере; - нарушение рабочего режима маслосистемы; - аварийная остановка при превышении уровня вибрации; - появление открытого огня; - перегрузка электроприборов. <p>Наиболее типичной ЧС является аварийная остановка при превышении уровня вибрации.</p> <p>Для предотвращения аварийных остановка при превышении уровня вибрации рабочее место снабжено средствами измерения и контроля, имеет защитные блокировки, обеспечивающие отключение агрегата при нарушении рабочего режима.</p> <p>Для повышения устойчивости объекта к данной ЧС необходимо выполнение регламентированных мер по подготовке и включению защитных блокировок. .</p> <p>Насосная станция является объектом повышенной опасности для всего персонала, а также объектом, на котором установлено дорогостоящее оборудование, эксплуатировать которое должны специалисты предприятия, которые прошли обучение и имеют допуск к работе оборудования, транспорта, а также знают как действовать в случаях аварий, в нештатных ситуациях.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Правила безопасного ведения работ регламентируются ПБ 12-368-00 "Правила безопасности в газовом хозяйстве", который разработан в соответствии с "Положением о Федеральном горном и промышленном надзоре России" и учитывают требования Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных</p>

	<p>объектов" от 21.07.97 N 116-ФЗ, а также других действующих нормативных документов.</p> <p>Допуск к работе имеют лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, обученные безопасным методам и приемам работы, применению средств индивидуальной защиты, правилам и приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим и прошедшие проверку знаний в установленном порядке.</p> <p>К выполнению работ допускаются руководители, специалисты и рабочие, обученные и сдавшие экзамены на знание правил безопасности и техники безопасности, умеющие пользоваться средствами индивидуальной защиты и знающие способы оказания первой (доврачебной) помощи.</p> <p>Первичное обучение рабочих безопасным методам и приемам труда; руководителей и специалистов, лиц, ответственных за безопасную эксплуатацию газового хозяйства и ведение технического надзора, а также лиц, допускаемых к выполнению газоопасных работ, должно проводиться в организациях (учебных центрах), имеющих соответствующую лицензию.</p> <p>Основным органом государственного надзора и контроля за состоянием охраны труда является Федеральная служба по труду и занятости. В ее структуру входят Управление надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде, территориальные органы по государственному надзору и контролю за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, государственные инспекции труда субъектов Российской Федерации.</p>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.05.2015г
---	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры	Невский Е.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4E21	Чернов Валентин Николаевич		

При работе по вибродиагностике центробежного насоса В соответствии с

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ выделяются такие вредные факторы, как повышенный уровень шума и вибрации на рабочем столе.

Главными источниками вибрации и шума является секционный центробежный насос. Значительное повышение шума подшипниковых узлов обуславливается частотой вращения вала, которая может достигать 6000 об/мин и более.

Наличие даже небольшого дисбаланса в технической системе преумножается в очень сильные вибрации в несколько раз, в свою очередь, они воздействуют на персонал, который работает в непосредственной близости от ЦНС и проводит вибродиагностику.

К тому же проявление шумов отмечается и во всасывающей части центробежного насоса, так как скорость потока флюида при его работа может достигать больших значений.

Под опасными факторами понимается наличие маслосистемы и вращающихся механизмов, а также зривоопасность.

Центробежный насос (ЦНС) представляет собой горизонтальный секционный насос, который предназначен для перекачки жидкости или газа. В случае перемешивания газа с воздухом может произойти взрыв.

Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Вредные и опасные производственные факторы. Стандарт, распространяющийся на вредные и опасные производственные факторы, устанавливает их классификацию, а также содержит информацию об особенностях разработки стандартов ССБТ на требования и нормы по видам вредных и опасных производственных факторов.

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Стандарт, устанавливающий общие требования к обеспечению вибрационной безопасности на производстве, в строительстве, транспорте, на горных и

других работах, которые связаны с неблагоприятным воздействием вибрации на человека.

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Стандарт, устанавливающий классификацию шума, его характеристики и допустимые уровни на рабочих местах, содержит информацию об общих требованиях к защите от шума на рабочих местах, шумовым характеристикам машин, механизмов, средств транспорта и другого оборудования и измерениям шума.

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Стандарт, распространяющийся на методы и средства, которые защищают от шума по их применения на рабочих местах как производственных, так и вспомогательных помещениях, на территории промышленных предприятий, в жилых помещениях и общественных зданиях, а также на селитебной территории городов, населенных пунктов.

Данный стандарт устанавливает общую классификацию методов и средств защиты от шума.

Анализ выявленных вредных факторов (шума и вибрации) на производстве

Любой нежелательный для человека звук принято считать шумом. Таким образом, звуковые волны могут нести полезную информацию (например, данные о ходе технологического процесса), но и оказывать неблагоприятное, иногда вредное воздействие.

Колеблющееся тело является источников звуковых колебаний, оно преобразует какую-либо форму энергии в колебания. Этот процесс может означать механическое воздействие на твердое тело, сообщение колебаний воздушному столбу под действием струи сжатого воздуха (свисток или труба) или электромагнитное воздействие на стальную мембрану или на кристалл.

Звуковые колебания характеризуются некоторыми физическими параметрами.

Частота звука определяется числом колебаний звукового давления в секунду и измеряется в герцах. Звуковые колебания по частоте подразделяются на три диапазона:

- инфразвуковые (менее 20 Гц);
- звуковые (от 20 до 20000 Гц);
- ультразвуковые (более 20000 Гц).

Звуковой диапазон принято подразделять на:

- низкочастотный (до 400 Гц);
- среднечастотный (от 400 до 1000 Гц);
- высокочастотный (свыше 1000 Гц).

Область слышимых звуков ограничивается определенным частотным диапазоном (20-20000 Гц), а также определенными предельными значениями звуковых давлений.

Для оценки воздействия шума на человека и его нормирования используются спектральные характеристики. Спектр шума- распределение уровня звукового давления (или уровня звуковой мощности) в пределах диапазона слышимых звуков (от 20 до 20000 Гц).

Действие вибрации и шума на организм человека

Шум является общебиологическим раздражителем и при определенных условиях может воздействовать на все органы и системы организма. Последствия могут быть самыми разными, они зависят от уровня и характера шума, его продолжительности и индивидуальных особенностей человека.

Интенсивный уровень шума при постоянном воздействии может привести к возникновению профессионального заболевания - тугоухости. Главным симптомом этого заболевания является постепенная потеря слуха, которая изначально возникает в области высоких частот, а потом распространяется на более низкие, которые и определяют способность воспринимать речь.

При большом звуковом давлении происходит повреждение слухового

аппарата, которое может привести к разрыву барабанной перепонки.

Помимо воздействия на органы слуха, шум влияет на различные отделы головного мозга, он нарушает нормальные процессы высшей нервной деятельности. При чем это воздействие можно отметить прежде появления некоторых изменений в органах слуха. Основными симптомами являются жалобы на апатию, общую слабость, ослабление памяти, повышенную утомляемость, потливость, раздражительность и др.

В органах зрения под влиянием шума наступают такие изменения, как снижение устойчивости ясного видения и остроты зрения, изменение чувствительности к разным цветам, также нарушаются основные функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление.

Прерывистый и импульсный шум становится причиной ухудшения точности выполнения рабочих операций, затруднений приема и восприятия информации.

В результате подобного воздействия понижается производительность труда, увеличивается количество брака, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев.

В зависимости от уровня действие шума можно охарактеризовать следующим образом:

- Шум уровня 35-50 дБ в основном оказывает психологическое воздействие на человека, но при длительном воздействии он вызывает нарушение сна, понижение работоспособности и сильную усталость.

- Шум уровня 50-65 дБ становится причиной раздражения, но его последствия также носят лишь психологический характер (изменения в вегетативной нервной системе). Отмечается особенно отрицательное воздействие шума небольшой интенсивности на умственной работе, также психологическое воздействие шума зависит от индивидуального отношения. Именно поэтому шум, производимый человеком, тревожит его не так сильно, как небольшой посторонний шум.

- Шум уровня 65-90 дБ физиологически воздействует на организм:

повышение пульса и давления крови, сужение сосудов. Это снижает снабжение организма кровью, вследствие чего человек устает быстро. Также наблюдается нарушение моторики желудочно-кишечного тракта, снижение порога слышимости, стресс и увеличение кожной проводимости.

- Шум уровня 90 дБ приводит к нарушениям работы органов слуха, нарушается деятельность желудка и кишечника, появляются боль и шум в ушах, головная боль и ощущение тошноты. Наиболее серьезным является ухудшение слуха, ограниченность восприятия некоторых элементов разговорной речи. Для избежания потери слуха нужно распознать его нарушение задолго до того, как появится ограниченность в разборчивости речи, так как при прогрессирующей стадии нарушения слуха медицинская помощь уже практически невозможна. Для исследования состояния и нарушений слуха у людей, которые работают в шумных цехах, необходимо проведение регулярных аудиометрических измерений. В случае выявления искажений порога слышимости необходимо срочно принимать соответствующие меры.

- Шум уровня 120 дБ и выше (болевого порог) механически воздействует на органы слуха: лопаются барабанные перепонки, нарушаются связи между отдельными частями внутреннего уха. В результате может наступить полная потеря слуха. Также при таком уровне шума механическое воздействие оказывается на весь организм: звук проникает через кожу и вызывает механическое колебание тканей, в результате этого разрушаются нервные клетки и разрываются мелкие кровеносные сосуды.

Инфра и ультразвуки также могут оказывать физиологическое воздействие на организм человека. Инфразвук возникает при работе технологического оборудования и может представлять побочный эффект работы электрооборудования. Его колебания воспринимаются как физическая нагрузка: возникает нарушение пространственной ориентации, головокружение, морская болезнь, нарушение периферического кровообращения, нарушения зрения, пищеварительные расстройства. Тяжесть

его воздействия зависит от диапазона частот, длительности и уровня звукового давления. Колебания с частотой 7 Гц препятствуют сосредоточению внимания, вызывают головную боль, ощущение усталости, тошноту. Колебания частотой 8 Гц наиболее опасны, так как они могут вызвать резонанс системы кровообращения, который приводит к перегрузке сердечной мышцы, сердечному приступу, разрыву кровеносных сосудов. Инфразвук может быть причиной повышенной нервозности, а также вызывать депрессию.

Ультразвук - колебания упругой среды, которые имеют одинаковую со звуком физическую природу, но отличаются более высокой частотой, значительно превышающей верхнюю границу восприятия. У персонала, работающего с ультразвуковыми установками, часто наблюдаются быстрая утомляемость, изменение давления, потеря слуховой чувствительности, изменение состава крови, функциональные нарушения нервной системы а также частые жалобы на головные боли.

Вибрация также оказывает вредное воздействие на организм при работе технологического оборудования.

Согласно ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения» Вибрация - движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, как минимум, одной координаты.

При непродолжительном воздействии вибрации работник быстро утомляется и это значительно снижает его производительность. Виброблезнь является профессиональным заболеванием, которое возникает вследствие постоянного воздействия вибрации на организм человека.

Вибрация с частотой равной резонансной частоте колебаний тела работающего и его отдельных органов может быть особенно вредна. Потому что части тела, также как внутренние органы человека можно рассматривать как колебательные системы, обладающие определенной массой и соединенные между собой различными упругими элементами. Диапазон этих колебаний составляет 2-30 Гц. Воздействие на организм человека внешних

колебаний с похожими частотами вызывает резонансные колебания внутренних органов (голова, желудок и сердце), механические повреждения и даже различные виды разрывов.

В зависимости от способа передачи вибрации телу человека различают:

- *Общую вибрацию*, которая передается на тело сидящего или стоящего человека через опорные поверхности тела. Она оказывает неблагоприятное воздействие на вестибулярный аппарат, нервную и сердечно-сосудистую системы, а также вызывает нарушения обмена веществ. Происходит нарушение деятельности сердца и центральной нервной системы.

- *Локальную вибрацию*, которая передается через руки человека. Данный тип вибрации может вызвать ухудшение кровообращения кистей рук, пальцев, предплечья и сосудов сердца, что, в свою очередь, становится причиной отложения солей, окостенения сухожилий мышц в кистях рук и пальцах, понижения чувствительность кожи.

Степень и характер воздействия вибрации на организм человека определяются видом вибрации, ее параметрами и направлением воздействия.

Человеческий организм может быть особенно чувствителен к вертикальным вибрациям, когда передача колебаний происходит от ног к голове.

Нормирование шума и вибрации

При выполнении важных производственных процессов, принимая во внимание различные технические трудности, необходимые для снижения уровня шума, в большей степени приходится ориентироваться не на его уровень, которые вызывает быстрое утомление и раздражение, а на уровень допустимых вредных факторов, при которых возможность развития заболеваний у работника исключается.

СН 2.2.442.1.8.562-96 определяет нормируемые показатели шума на рабочем месте в предприятии, данные параметры обязательны для всех ведомств, министерств, предприятий и проектных организаций. Цель данных норм – установить предельно допустимый уровень звука и эквивалентный

уровень звука на рабочем месте, принимая во внимание учет напряженности, а также тяжести трудовой деятельности (табл. 6.1).

Количественную оценку тяжести, а также напряженности трудового процесса необходимо проводить в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05.

Мероприятия по защите от шума

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 в процессе разработки, проектирования, изготовления и эксплуатации машин и оборудования необходимо предпринимать все требующиеся меры по снижению шума, который воздействует на человека до допустимых значений нормы.

Защита от вредного воздействия шума должна быть обеспечена применением средствами коллективной и индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты нужно использовать в первую очередь. Они бывают снижающими шум в источнике возникновения и на пути его распространения.

Уменьшение шума в источнике возникновения шума происходит за счет улучшения конструктивных элементов оборудования либо из-за изменения самого технического процесса.

Средства коллективной защиты бывают:

- строительно-акустические,
- архитектурно-планировочные;
- организационно - технические.

Данные средства включают:

- изменение направления распространения шума;
- рациональную планировку
- виброакустическую обработку помещений;

- применение шумоизоляции.

К архитектурно-планировочным решениям может относиться создание специальных санитарно-защитных зон возле оборудования. Чем больше будет расстояние от источника, тем меньше будет уровень шума.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются тогда, когда обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не представляется возможным.

Принцип действия СИЗ – при воздействии шума на организм человека – защитить наиболее чувствительный канал

Применяя средства индивидуальной защиты можно предупредить расстройство органов слуха и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

Наиболее эффективны СИЗ, как правило, в области высоких частот.

СИЗ включают в себя противозумные вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

В ЦНС основным рабочим органом является ротор, частота вращения которого достигает 6000 об/мин. На роторе имеются секции, которые состоят из рабочего колеса и направляющего аппарата.. При несвоевременном обслуживании агрегата возможен износ лопаток, повреждение агрегата и травмирование человека. В качестве средств защиты необходимо использовать защитные экраны, закрывающие непосредственно компрессорную часть по ГОСТ 12.2.062-81.

Маслосистема представлена совокупностью трубопроводов,

окутывающих ЦНС. Контакт с системой при работающей установке может привести к ожогам различной степени, в зависимости от времени контакта и температуры. В качестве средства защиты необходимо использовать термостойкие перчатки.

Причиной пожара может стать утечка газа, который используется в качестве рабочего вещества в ЦНС. В качестве меры профилактики должны использоваться системы контроля загазованности. Для насосного агрегата должна предусматриваться система пенного пожаротушения, состоящая из резервуара с водой, насосной станции, сети пенных трубопроводов. Также должен быть противопожарный трубопровод с установленными гидрантами. Обязательно наличие огнетушителей на территории компрессорной станции.

Охрана окружающей среды

Защита селитебной зоны

При строительстве ЦНС, у которых в качестве привода используется асинхронный двигатель, учитываются нормы санитарно-защитной зоны согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03; для того, чтобы снизить неблагоприятное воздействие на организм человека и на окружающую среду данная зона должна составлять 500м.

Воздействие на атмосферу

ЦНС использует в качестве рабочего вещества жидкость или природный газ.

В общем случае продукты сгорания могут содержать:

- продукты полного сгорания горючих компонентов топлива;
- компоненты неполного сгорания топлива;
- окислы азота.

Выхлопные газы могут загрязнять атмосферу. Частицы, содержащиеся в выхлопном газе, могут наносить вред здоровью человека, попадая в органы дыхания. Для того, чтобы снизить концентрацию вредных веществ выхлопных газов необходимо более тщательно подготавливать газ, для снижения

содержания различных механических примесей.

Воздействие на гидросферу

Возможным воздействием может являться разлив масла ЦНС в том случае, когда не соблюдены правила замены масла и его транспортировки.

Воздействие на литосферу

Работа ЦНС подразумевает осуществление постоянного технического обслуживания. Замена отработавших деталей и узлов приводит к образованию твердых отходов производства (технический мусор). Для его утилизации должны применяться полигоны твердых бытовых отходов.

Решения по обеспечению экологической безопасности:

- При работах по наливу, сливу, зачистке транспортных средств и хранилищ следует соблюдать инструкции и правила техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, разработанные для каждого предприятия с учетом специфики производства.

Работающие с нефтью и нефтепродуктами должны быть обучены безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

- При работе с отработанными нефтепродуктами, являющимися легковоспламеняющимися и ядовитыми веществами, необходимо применять индивидуальные средства защиты по типовым отраслевым нормам.

- Для предотвращения загрязнения окружающей среды углеводородами, уменьшения пожарной опасности и улучшения условий труда рекомендуются системы размыва и предотвращения накопления осадков в резервуарах, установки герметичного налива и слива, стационарные шланговые устройства, системы автоматизации процессов сливно-наливных операций.

- Режим слива и налива нефтепродуктов, конструкция и условия эксплуатации средств хранения и транспортирования должны удовлетворять требованиям электростатической искробезопасности по ГОСТ 12.1.018.

- Устройства полигонов твердых бытовых отходов должны организовываться в соответствии с СанПиНом 2.1.7.722-98.

Защита в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС на объекте:

- аварийная остановка при превышении частоты вращения ротора;
- аварийная остановка при превышении температуры в рабочей камере;
- нарушение рабочего режима маслосистемы;
- аварийная остановка при превышении уровня вибрации;
- появление открытого огня;
- перегрузка электроприборов.

Наиболее типичной ЧС является нарушение рабочего режима маслосистемы.

Для предотвращения нарушения рабочего режима маслосистема снабжена средствами измерения и контроля, имеет защитные блокировки, обеспечивающие отключение агрегата при нарушении рабочего режима маслосистемы. Большая часть защитных систем выведена щит контроля, который размещен в отсеке компрессора газоперекачивающего агрегата.

Для повышения устойчивости объекта к данной ЧС необходимо выполнение регламентированных мер по подготовке и включению маслонасосов в работу. После прогрева масла включаются валоповоротные устройства, регулируется давление масла в системе смазки сбросным клапаном, проверяются защиты и блокировки.

При возникновении аварийной ситуации в маслосистеме и невозможности восстановления режима необходимо произвести разгрузку турбогенератора и его отключение. Причинами повышения температуры масла могут быть нарушение работы маслоохладителей по причине их завоздушивания, перегрузка турбогенератора.

Насосная станция является объектом повышенной опасности для всего персонала, а также объектом, на котором установлено дорогостоящее оборудование, эксплуатировать которое должны специалисты предприятия, которые прошли обучение и имеют допуск к работе оборудования, транспорта, а также знают как действовать в случаях аварий, в нештатных ситуациях.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правила безопасного ведения работ регламентируются ПБ 12-368-00 "Правила безопасности в газовом хозяйстве", который разработан в соответствии с "Положением о Федеральном горном и промышленном надзоре России" и учитывают требования Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.97 N 116-ФЗ, а также других действующих нормативных документов.

Допуск к работе имеют лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, обученные безопасным методам и приемам работы, применению средств индивидуальной защиты, правилам и приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим и прошедшие проверку знаний в установленном порядке.

Первичное обучение рабочих безопасным методам и приемам труда; руководителей и специалистов, лиц, ответственных за безопасную эксплуатацию газового хозяйства и ведение технического надзора, а также лиц, допускаемых к выполнению газоопасных работ, должно проводиться в организациях (учебных центрах), имеющих соответствующую лицензию.

Основным органом государственного надзора и контроля за состоянием охраны труда является Федеральная служба по труду и занятости. В ее структуру входят Управление надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде, территориальные органы по государственному надзору и контролю за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, государственные инспекции труда субъектов Российской Федерации.

Заключение

В результате проделанной работы был проведен анализ существующих методов организации ремонтов и технического обслуживания.

Были рассмотрены системы вибрационной диагностики технического оборудования на производстве. Также был проведен анализ существующих приборов для проведения вибродиагностики, рассмотрены их плюсы и минусы.

Проведен расчет собственных частот вибраций подшипников качения насосного оборудования, асинхронного двигателя, собственных частот вибрации центробежного насоса. По результатам данных расчетов можно судить, о наличие либо отсутствие дефектов в узлах насосного агрегата.

В процессе проведения технико-экономического расчета была доказана целесообразность внедрения вибродиагностики в производство, так как данный метод диагностирования оборудования, по сравнению с другими системами мониторинга и контроля состояния оборудования, рассматриваемы в данной работе, является наименее ресурсозатратной, как показали расчеты

Список литературы

1. Диагностика технологических систем: учебное пособие. Часть 2 / А.Н. Гаврилин, Б.Б. Мойзес; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 128 с.
2. ГОСТ Р.ИСО 10816-1-97 Вибрация. Контроль состояния машины по результатам измерения вибрации на не вращающихся частях.
3. Барков А.В. Возможности нового поколения систем мониторинга и диагностики [Электронный ресурс] // www.vibrotek.ru: 2014. – Режим доступа: www.vibrotek.ru/russian/biblioteka/book15
4. Задачи внедрения технологий контроля состояния и диагностики работающих машин / А.В. Барков, Н.А. Баркова. – 2009.
5. Бойкин С.П. Справочник. Вибрация машин для «чайников». – М.: ЗАО «Кант». – 2011. – 78 с.
6. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978. – 239 с.
7. Завгородский В.И., Маслов А.Р. Управление виброустойчивостью технологической системы // ИТО. – № 10. – 2009. – С. 22–25.
8. Охрана окружающей среды: Учеб. пособие О92 для студентов ву- зов / под ред. Белова С. В. – М.: Высш. шк., 1983. – 264 с.
9. Вибрация в технике: справочник в 6 т. / под ред. В.Н. Челомея. – М: Машиностроение, 1978. – Т. 6. – 456 с.
10. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механиз- мов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова. – М.: Машиностроение, 1987. – 283 с.
11. Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Расчет основных частот вибрации узлов машин, параметров изме- рительной аппаратуры и практическая экспертиза / Н.А. Баркова, А.А. Борисов. – СПб.: Изд-во центр СПбГМТУ, 2009. – 111 с.