

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области

УДК 622.691.5:66.078:620.16-045.79

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Вагайцев Владимир Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Валитова Е.Ю.	к.п.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Криницына З.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК(У)-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК(У)-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента
ОПК(У)-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК(У)-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК(У)-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК(У)-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен обеспечивать заданные режимы эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования и контролировать выполнение производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
ПК(У)-6	Способен проводить планово-предупредительные, локализационно-ликвидационные и аварийно-восстановительные работы линейной части магистральных газонефтепроводов и перекачивающих станций
ПК(У)-7	Способен выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-8	Способен использовать нормативно-технические основы и принципы производственного проектирования для подготовки предложений по повышению эффективности работы объектов трубопроводного транспорта углеводородов

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР
Брусник О.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8Б	Вагайцев Владимир Юрьевич

Тема работы:

«Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№45-46/с от 14.02.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Объектом исследования является газоперекачивающий агрегат ГПА-Ц-6,3. Характеристики ГПА: Мощность на вале силовой турбины – 6300кВт, частота вращения роторов свободной турбины и нагнетателя – 8200с⁻¹, марка масла – ТП-22 ГОСТ 9972-74, производительность при +200С и 0,101МПа – 10,7млн. м³/сут. Вид продукта, перекачиваемого ГПА – природный газ.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Изучение нормативных требований по технической эксплуатации компрессорных станций и газоперекачивающих агрегатов, вибродиагностики; 2. Анализ методов ремонта и вибродиагностики узлов ГПА; 3. Расчёт собственных частот вибрации подшипников качения на узлах ГПА; 4. Разработка рекомендаций по переходу от ППР к ремонту по фактическому состоянию вышедших из строя узлов ГПА. Дополнительные разделы: 1. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». 2. «Социальная ответственность».
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Таблицы, рисунки, графики.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Криницына З.В., кандидат технических наук
«Социальная ответственность»	Гуляев М.В., старший преподаватель ООД

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Валитова Елена Юрьевна	Доцент, к.п.н.		

Задание принял студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Вагайцев Владимир Юрьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8Б	Вагайцев Владимир Юрьевич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

«Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области.»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования в данной работе является дефектоскопист, занимающийся вибродиагностикой на газоперекачивающем агрегате.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые- - нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	✓ «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2021) // Собрание законодательства РФ – Глава 34, ст. 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда; ✓ ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. • Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны; • Повышенный уровень шума; • Повышенный уровень ионизирующего излучения; • Отсутствие или недостаток необходимого освещения; Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: • Производственные факторы, связанные с электрическим током • Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования • Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением • Пожаровзрывоопасность на объектах

3. Экологическая безопасность:	Виды воздействий на природную среду в период эксплуатации резервуара: – Загрязнение выбросами выхлопных газов от техники при выполнении строительных работ; – Выбросы при опорожнении и заполнении резервуаров; Образование отходов, образующихся при технологической эксплуатации.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – Выбор наиболее типичной ЧС; – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Вагайцев Владимир Юрьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8Б	Вагайцев Владимир Юрьевич

Школа	ИШПР	Отделение	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-
2. Сравнение экономической эффективности вариантов управления оборудованием	Расчет величины капиталовложений при использовании вибродиагностической установки. Расчет эксплуатационных затрат для вибродиагностической установки Расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования при системе ППР Расчет срока окупаемости внедрения вибродиагностики
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Капитальные затраты при использовании вибродиагностической установки 2. Эксплуатационные затраты при вибродиагностике 3. Эксплуатационные затраты при системе ППР 4. Срок окупаемости вибродиагностической установки	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына Зоя Васильевна	канд.тех.наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Вагайцев Владимир Юрьевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Отделение нефтегазового дела
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021/2022 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работы

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы	12.06.2021 г
---	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.04.2022	Обзор литературы	10
20.04.2022	Общие сведения исследуемого резервуара	10
25.04.2022	Современные методы, правила и порядок проведения капитального ремонта резервуара	15
30.04.2022	Расчет на прочность и устойчивость стенки резервуара, расчет НДС стенки резервуара	15
15.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
22.05.2022	Социальная ответственность	10
29.05.2022	Заключение	15
06.06.2022	Презентация	15
	Итого	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Валитова Е.Ю.	Доцент, к.п.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Брусник О.В.	к.п.н		

Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области.» содержит 77 страниц текста, 1 страницу использованных документов, 4 страницы расчетно-графического материала.

Ключевые слова: электродвигатели, газоперекачивающий агрегат, дефект, вибрация подшипники, спектр, спектроанализатор, вибрационная диагностика, вибрационная скорость, вибрационное ускорение, среднеквадратичная скорость.

Объектом исследования является газоперекачивающий агрегат, который необходим на предприятии для компримирования природного газа на КС.

Целью работы является разработка мероприятий по переходу от ППР к ремонту по фактическому состоянию с использованием метода вибродиагностики узлов газоперекачивающего агрегата.

В процессе изучения были получены данные по вибрации, происходящей во время работы ГПА.

Эффективность диагностики можно увидеть в переходе от системы планово-предупредительных ремонтов к ремонту по фактическому состоянию, что помогает сократить материалы, затрачиваемые на замену рабочего оборудования.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Реферат	Литера	Лист	Листов
Пров		Валитова .Ю.					10	77
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Abstract

The final qualifying work on the topic "Organization of work on conducting vibration diagnostics on a gas pumping unit on the example of an object in the Kemerovo region." contains __ pages of text, __ pages of used documents, _ pages of calculation and graphic material.

Keywords: electric motors, gas pumping unit, defect, vibration bearings, spectrum, spectrum analyzer, vibration diagnostics, vibration velocity, vibration acceleration, RMS velocity.

The object of the study is a gas pumping unit, which is necessary at the enterprise for compressing natural gas at the CS.

The purpose of the work is to develop measures for the transition from PPR to repair according to the actual condition using the method of vibration diagnostics of gas pumping unit units.

During the study, data were obtained on vibration occurring during the operation of the HPA.

The effectiveness of diagnostics can be seen in the transition from a system of scheduled preventive repairs to repairs according to the actual condition, which helps to reduce the materials spent on replacing working equipment.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Abstract	Литера	Лист	Листов
Пров		Валитова .Ю.					11	77
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Список сокращений

В выпускной квалификационной работе были применены следующие сокращения:

ППР – планово-предупредительный ремонт

СКЗ – среднеквадратичная скорость

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

ГПА – газоперекачивающий агрегат

СИЗ – средства индивидуальной защиты

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области									
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата										
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Список сокращений					Литера	Лист	Листов		
Пров		Валитова .Ю.										12	77	
Рук. ООП		Брусник О.В.								Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б				

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Невзирая на внушительный спектр возможностей вибродиагностики, по сей день существует несколько причин актуальности данного вопроса.

Во-первых, это ненадежные критерии технического состояния и динамики дефектов.

Во-вторых, полное отсутствие прогнозирования остаточного ресурса. Данные нам нюансы учитывают исключительно предельные состояния характеристик, которые не подлежат оцениванию на стадиях развития.

К основным методам вибродиагностики относятся: анализ единой степени вибрации и способ спектрального рассмотрения, методика ударных импульсов, а также частотный анализ. Данные методы применяются при решении задач мониторинга и многофункциональной диагностики электрических машин.

Измерение общего уровня вибрации, при котором в высокочастотных диапазонах происходит измерение среднеквадратичных показателей виброускорения, является одним из простейших методов вибродиагностики.

Диагностика, в свою очередь базирующаяся на анализе вибрации, применяется только в тех случаях, когда она предоставляет вероятность обнаружить абсолютное число потенциально небезопасных видов дефектов на ранней стадии возникновения, а также спрогнозировать безаварийную работу машины, которая определенно не реализована в большинстве сфер промышленности. В случае с машинами возвратно-поступательного действия, нужный знак вибрации в большое количество раз закрыт от влияния результативных импульсов, образующихся при замене направления движения инерционных компонентов.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области											
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата												
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Обзор литературы						Литера		Лист		Листов	
Пров		Валитова .Ю.											13		77	
Рук. ООП		Брусник О.В.									Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б					

Шум потока, что формирует мощные массовые вибрационные помехи в общедоступных точках контроля, характерен для высокооборотных газотурбинных двигателей.

Для обнаружения конечного результата диагностический информации, следует определить технологию статистического распознавания образов.

Оглавление

Введение.....	17
1. СОСТАВ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ И ЕГО ЧАСТЕЙ.....	19
1.1 Организация компрессорных станций МГ	19
1.2. Организация компрессного цеха и газоперекачивающего агрегата.....	21
1.3 Организация систем ГПА-Ц-6,3	23
2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	28
2.1 Спецификация технического обслуживания и ремонта оборудования	28
2.2 Системы диагностики оборудования на производстве.....	31
2.2.1 Основные положения	31
2.2.2 Диагностика по общему уровню вибрации.....	33
2.2.3 Диагностика по энергетическому спектру	37
2.2.4 Диагностика по спектру огибающей сигнала	38
3. Расчетно-конструкторская часть	44
3.1 Расчет собственной частоты вибрации газотурбодвигателя НК-12СТ..	45
3.2 Расчет собственной частоты вибрации подшипника качения	45
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	48
4.1 Цели и задачи раздела и финансы	48
4.2 Расчет капитальных затрат на приобретение, доставку и монтаж оборудования	49
4.3 Расчет времени работы оборудования.....	49
4.4 Фонд оплаты труда.....	50
4.5 Расчет расходов на электроэнергию, потребляемую оборудованием....	50
4.6 Расчет общих затрат.....	51
4.7 Расходы на ППР	52
4.8 Расчет полных затрат на техническое обслуживание и ремонт.....	53

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области							
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Оглавление			Литера	Лист	Листов		
Разраб		Вагайцев В.Ю.										
Пров		Валитова .Ю.								15	77	
Рук. ООП		Брусник О.В.						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б				

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	56
Введение.....	56
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57
5.2 Производственная безопасность	58
5.2.1 Анализ вредных производственных факторов	60
5.2.2 Обоснование мероприятий по их устранению	60
5.3 Экологическая безопасность.....	70
5.4 Безопасность при ЧС	72
Заключение	76

ВВЕДЕНИЕ

Чтобы предприятие более надежно работало, необходимо качественно обслуживать его технологическую часть. Для крупных предприятий вопрос сохранения средств, которые идут на обслуживание оборудования, является важным. Это происходит из-за технически и финансово сложных систем оборудования. При помощи надежного технического обслуживания, а именно при ремонте в нужное время, можно уменьшить дополнительные траты на замену оборудования и повысить время работы оборудования.

Ремонт и техническое обслуживание достаточно трудно выполнимы. Связано это с тем, что на производстве задействовано достаточно много разнообразного оборудования. Это оборудование необходимо контролировать в течении длительного времени, в некоторых моментах при авариях или поломках ремонтировать, а после тщательного анализа оборудования модернизировать его комплектующие. Данные действия становятся еще более трудновыполнимыми из-за больших расстояний между оборудованием. Необходимо создать и использовать систему, позволяющую упростить контроль за ремонтом и обслуживанием.

Основная задача данной системы в том, чтобы уменьшить себестоимость продукции посредством повышения надежности и обеспечения стабильной работы технического оборудования, увеличения срока годности. Уменьшение себестоимости продукции данным способом позволит уменьшить траты на обслуживание оборудования.

Актуальностью темы является использование вибродиагностики (вибродиагностика входит в прайс-лист компаний «ZETLAB», «BALTECH», «DIAMECH») для того, чтобы уменьшить траты на замену оборудования, так как во время проведения планово-предупредительных ремонтов почти весь

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Введение	Литера	Лист	Листов
Пров		Валитова .Ю.					17	77
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

механизм заменяется. Части, подвергшиеся обновлению, не до конца прорабатывают заранее спрогнозированное время работы. Данная проблема приводит к тому, что производство терпит убытки на почти полное обновление оборудования.

Объектом исследования являются газоперекачивающие агрегаты в компрессорных цехах для сжатия природного газа.

Целью работы является разработка мероприятий по переходу от ППР к ремонту по фактическому состоянию с использованием метода вибродиагностики узлов газоперекачивающего агрегата.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучение нормативных требований по технической эксплуатации компрессорных станций и газоперекачивающих агрегатов, вибродиагностики;
2. Анализ методов ремонта и вибродиагностики оборудования КС;
3. Расчёт собственных частот вибрации подшипников качения на узлах турбины ГПА;
4. Разработка рекомендаций по переходу от ППР к ремонту по фактическому состоянию вышедших из строя узлов ГПА.

Предметом исследования является проведение вибрационной диагностики в роторных агрегатах для того, для выявления причин возникновения дефектов.

Практическая значимость данной работы заключается в следующем. Результаты, отображенные в ВКР, можно использовать в области эксплуатации и обслуживания газотранспорта.

1. СОСТАВ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ И ЕГО ЧАСТЕЙ

1.1 ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ МГ

Компрессорная станция магистральных газопроводов - комплекс сооружений и оборудования для повышения давления сжатия газа при его добыче, транспортировке и хранении.

Технологическая схема компрессорной станции включает установку подготовки газа, компрессорный цех, газоохладитель. Работу оборудования КС обеспечивают технологические трубопроводы с запорной и регулирующей арматурой, маслосистемы и предпусковые устройства, топливные и газовые импульсы, системы электроснабжения. Согласно типу выполняемой работы акцентируют КС дожимные (ведущие), линейные КС магистральных газопроводов. КС подземных хранилищ газа, нагнетательные КС противоположной закачки газа в пласт:

Дожимные (головные) станции предназначены для повышения давления вырабатываемого газа до расчетного давления газопровода 5,4,5-7,45 МПа. Их развитие стало возможным благодаря поэтапному вводу в эксплуатацию 2-3 компрессорных выпусков, которые работали последовательно по мере снижения давления промышленного газа. Общее повышение давления до 10 раз, мощность завода 90-96 МВт, производительность до 90 млн м³/сут.

Линейные компрессорные станции формируются посредством каждые 90-150 километров газопровода с целью компенсации утраты давления газа на минувшем месте. Они состоят из некоторых патрубков воздушного компрессора, функционирующих одновременно согласно рабочей резьбе воздуховода.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области							
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Состав компрессорных станций и его частей				Литера	Лист	Листов	
Разраб		Вагайцев В.Ю.										
Пров		Валитова .Ю.								19	77	
Рук. ООП		Брусник О.В.							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б			

Увеличение давления в компрессорном цехе 1,3-1,7, выходное давление 7,45-8,3 МПа, мощность 90-80 МВт, продуктивность вплоть до 96 миллионов м³/сут.

В совокупность КС могут быть введены последующие объекты, концепции, а также постройки: один либо некоторое количество компрессорных цехов; установка с целью очищения полости газопровода вместе с концепцией сбора, удаления, а также обезвреживания автоматических, а также жидких включений; системы электроснабжения производственных хозяйств.

Схема КС изображена на рис. 1 Взаимодействие линейной составляющей магистрального газопровода а также компрессорной станции выполняется через узел присоединения, что гарантирует последующие системы деятельность газопровода: подача воздуха согласно газопроводу вместе с его сжатием в присоединяемой компрессорной станции - главный порядок; подача газа соответственно трубопроводу несжатого воздуха в КС - кратковременная работа газопровода в случае принужденного отключения (отключения) КС либо снижения подачи газа согласно газопроводу; подача газа по воздуховоду при периодической очистке его камеры путем очищения оснащения с механических примесей, влажности а также конденсата - промежуточный режим.

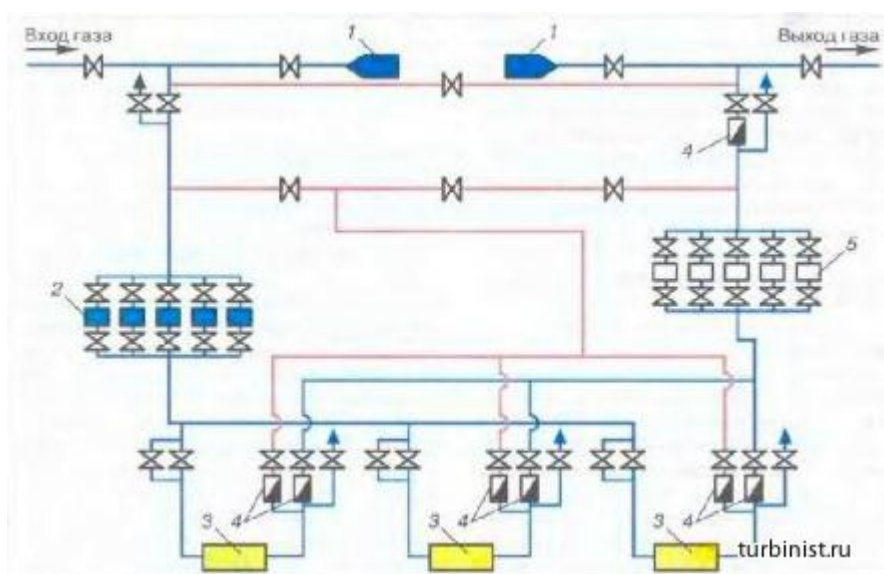


Рисунок 1 - Принципиальная технологическая схема компрессорной

станции: 1 - установка очистки газопровода; 2 — установка очистки газа; 3 - газоперекачивающий агрегат; 4 — обратный клапан; 5 - установка охлаждения газа.

Такие определяющие элементы, как привод, возможности и технологическое оснащение, принципиальные основы сооружений КС и могут по-разному влиять на результат, в зависимости от их взаимного расположения. В зависимости от такового критерия, как функциональное значение КС подразделяется на 2 части: производственная и служебно-производственная.

Производственная зона КС включает в себя основные и вспомогательные сооружения, что связаны со сжатием газа: ГПА, что размещён в общем здании, система очистки газа, система понижения температуры газа, установка подготовки топливного, пускового и импульсного газа; блок, выполняющий энергетическую функцию, блок, выполняющий функцию маслохозяйства; горюче-смазочные материалы, резервуар для пены, что тушит огонь.

В состав СПК комплекса КС входят следующие элементы: резервуар с водой, водопровод, электро-подстанция, ремонтный блок, столовая со всеми вспомогательными складами материалов; стоянка с автомашинами, тяжёлой техникой; специальные очищающие сооружения хоз-бытовой канализации; склад, мойка.

1.2. Организация компрессного цеха и газоперекачивающего агрегата.

Компрессорный цех, состоящий из группы ГПА, что находятся в укрытии, системы, отвечающие за стабильное функционирование (система чистки зага, охлаждения, управления подачей, маслоснабжение, отопление, вентиляция, сжатый воздух и пр.). Для активирования ГПА необходим рециркуляционный контур. В прямой связи с видом привода на КС, могут

					Состав компрессорных станций и его частей	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

применяться газотурбинные газоперекачивающие агрегаты, цеховое оборудование, стандартизированные условия работы для всех работников. Формуляр используется для фиксации данных компрессорного цеха.

Каждая система компрессионного цеха в указанные интервалы времени подвергается проверке гидравлики, пневматики и прочих систем. Так же проводятся регулярные плановые осмотры с проверками. Арматура и трубопроводы имеют уникальный определяющий окрас в соответствии с необходимыми требованиями: заземление, защита от коррозии и вибраций, разрушающих общую конструкцию. В каждой конструкции имеется фиксация изменений и переделок, что отражено на схеме, естественно в полном соответствии с предписанной инструкцией, что всегда находится рядом с оборудованием.

ГПА же представляет собой энергетическую установку, функция которых: компримирование газа, что поступает на станцию компрессии и магистральный газопровод.

Основное предназначение газоперекачивающих агрегатов на станциях – увеличение давления голубого топлива до референдных значений. Для транспортировки газа используются магистральный газопровод, в процессе так же участвуют электрические двигатели. Самый часто встречаемый привод – газотурбинный.

Сам рабочий процесс газотурбинных агрегатов можно рассмотреть на нескольких этапах. Передаваемый газ, что проходит через ГПА поступает в центробежный нагнетатель. Процесс компримирования газа и его подача в нагнетательный коллектор компрессорной станции происходит далее. Функцию привода механизма выполняет газотурбинный двигатель, что использует в качестве топлива перекачиваемый газ под давлением. Очищенный атмосферный воздух проходит на газотурбинный двигатель, что снабжает стандартными техническими средствами приготовления и сжатия топливной смеси. Продукт горения, обладающий высокой энергией, формирует плотный газовый поток, что превращается путём манипуляций в

					Состав компрессорных станций и его частей	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

механическую рабочую силу. Данная сила применяется для действия центростремительного нагнетателя. При перемещении газа через проточную связь ГЗТ (газотурбинного двигателя) энергия спадает, давление падает. После всего цикла отработанный газ спускается наружу в атмосферу.

С помощью автоматизации работы системы агрегатов существует возможность увеличить продуктивность ГПА. Данная система позволяет работать агрегатам автоматически и без регулярного присмотра рабочими. Агрегат выдерживает почти любые климатические воздействия, в том числе и повышенную, а также низкую температуру. Диапазон температуры работ газоперекачивающего агрегата колеблется от +54,9 до -44,9С. В состав газоперекачивающего агрегата входит несколько автоматизированных устройств. В состав устройств входят выхлопное устройство, всасывающее устройство, компрессор, маслосистема, двигатель, автоматика, топливные устройства. По причине такого сложного состава классификация ГПА становится более трудной. Данную классификацию можно систематизировать при помощи работы с приводом. Здесь играет роль тип, технические свойства привода. Обычно ГПА используются на линейных, дожимных, головных КС. Для каждого вида КС ГПА имеет свои технические особенности, чем и влияет на производительность станции. В данном случае огромную роль играет принцип работы ГПА. Установки подразделяются на объёмные и динамические и имеют разные виды двигателей. В данной работе используется ГПА с авиационным приводом, но так-же существуют ГПА с электрическими и судовыми двигателями.

1.3. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ГПА-Ц-6,3

В данной ВКР рассматривается гп со следующими характеристиками. Во-первых, он устанавливается на дожимных компрессорных станциях и представляет из себя блочную структуру. В данную структуру входит

					Состав компрессорных станций и его частей	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

центробежный нагнетатель с полнонапорностью, а также авиационный двигатель. Характеристики авиационного двигателя следующие:



Рисунок 2 - Характеристика авиационного двигателя НК-12СТ.

На место установки части гпа доставляют несколькими способами. Так как система блочная, её могут доставить абсолютно разными путями – по железной дороге, грузовым автомобильным транспортом, по воздуху.

По тяжести блоки должны быть удобными, так как обычно монтаж и демонтаж ГПА происходит в Полевых условиях, необходимо использовать мобильные грузовые установки Для для того, чтобы беспрепятственно установить блочную установку на компрессорной станции.

Прежде чем выпустить продукцию, в данном случае блочную систему ГПА, необходимо провести проверки, протестировать оборудование испытаниями. После систему необходимо проверить на целостность и отправлять на монтаж.

ГПА, как и все остальные электроустановки, потребляет электроэнергии, потребление электроэнергии не должно превышать необходимых норм и должно быть использована только для каких-либо

вспомогательных дел.

ГПА работает при любых скачках температуры, чем обязан отсутствию воды и масла в некоторых частях механизма. В данном агрегате необходимо использовать воздух в качестве среды для охлаждения узлов.

ГПА является автоматизированный установкой. В данном случае автоматизация предусматривает автоматическое включение и отключение агрегата, постоянный контроль некоторых параметров компрессора и защитное срабатывание систем при ЧС.

Так как эксплуатация происходит в полевых условиях, необходимо иметь такой план ремонта, который позволит доставлять вовремя на место работы ГПА необходимые блоки для замены и мобильного оборудования непосредственно для монтажа и демонтажа блоков.

Газоперекачивающий агрегат ГПА-Ц-6,3 складывается из пяти блоков: турбоагрегата, воздухоочистительного устройства, всасывающей камеры с блоком автоматика, выхлопной шахты и маслоохладителей.

Блок турбоагрегата включает в себя нагнетатель и двигатель с вспомогательными механизмами и устройствами, установленными на единой раме. Блок заключен в тепло- и звукоизолирующий контейнер. Он является основой агрегата ГПА-Ц-6,3 и дает возможность отказаться от строительства громоздких корпусов и других фундаментальных сооружений.

Полнонапорный нагнетатель агрегата ГПА-Ц-6,3 предполагает однокорпусную двухступенчатую машину центробежного типа. Две ступени сжатия дают возможность осуществить абсолютный уровень поднятия давления, равняющуюся 1,45, и воздержаться от поочередного соединения нагнетателей на станциях, установленного при применении консольных одноступенчатых нагнетателей старого типа. Корпус нагнетателя стальной с горизонтальным фланцевым разъемом. Четырьмя лапами корпус присоединяется непосредственно к фундаментной раме (основанию) контейнера турбоагрегата. Всасывающий и нагнетательный патрубки находятся соосно, что ликвидирует появление момента от растягивающих сил

					Состав компрессорных станций и его частей	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

при температурных деструкциях газопровода. Ротор имеет два рабочих колеса диаметром 545 мм, выполненных, чтобы повысить надежность прогрессивного метода диффузионной пайки в вакууме. Элементы статорной составной аэродинамического узла (диффузоры, улитки и т. д.) являются съемными и взаимозаменяемыми.

Радиальные и осевые нагрузки воспринимаются опорным и упорным многоклиновыми подшипниками скольжения прогрессивной конструкции с межремонтным ресурсом работы, равным 25--30 тыс.ч. Подшипники усовершенствованы таким образом, что они обеспечивают реверсивность «хода» нагнетателя на случай раскрутки агрегата обратным потоком газа.

В качестве концевых уплотнений в нагнетателе применяют щелевые масляные уплотнения с плавающими кольцами. Эти уплотнения работают на принципе автоматического поддержания постоянного избытка давления масла над давлением уплотняемого газа.

Для повышения ресурса уплотнений вместо пары графит-сталь стали использовать пару баббит-твердый сплав, довели тонкость фильтрации масла, подаваемого на уплотнения, до 10--15 мкм.

Воздухоочистительное устройство предназначено для очистки воздуха, подаваемого в двигатель с целью предохранения лопаток компрессора от износа. Всасывающая камера служит для подвода воздуха от ВОУ к двигателю. Выхлопное устройство шахты шумоглушения предназначено для отвода выхлопных газов. Маслоохладители служат для охлаждения масла системы смазки турбоагрегата.

Запуск агрегата производится автоматически по программе, обеспечивающей последовательное выполнение операций по контролю предпусковой готовности, включение вспомогательного оборудования, включение агрегатов двигателя и загрузке нагнетателя. Весь процесс запуска условно можно разбить на этапы, выполнение каждого из которых контролируется по определяющим параметрам (давлению, частоте вращения, температуре и др.) и в случае невыполнения одного из них дальнейшие

					Состав компрессорных станций и его частей	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

операции блокируются или двигатель останавливается.

Весь ход запуска, положение основных элементов агрегата и крановой обвязки демонстрируется мнемо-схемой и контрольными световыми транспарантами, вынесенными на панель управления.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

2.1 Спецификация технического обслуживания и ремонта оборудования

В соответствии с нижеуказанными методами проводится обслуживание оборудования (Рис.1):

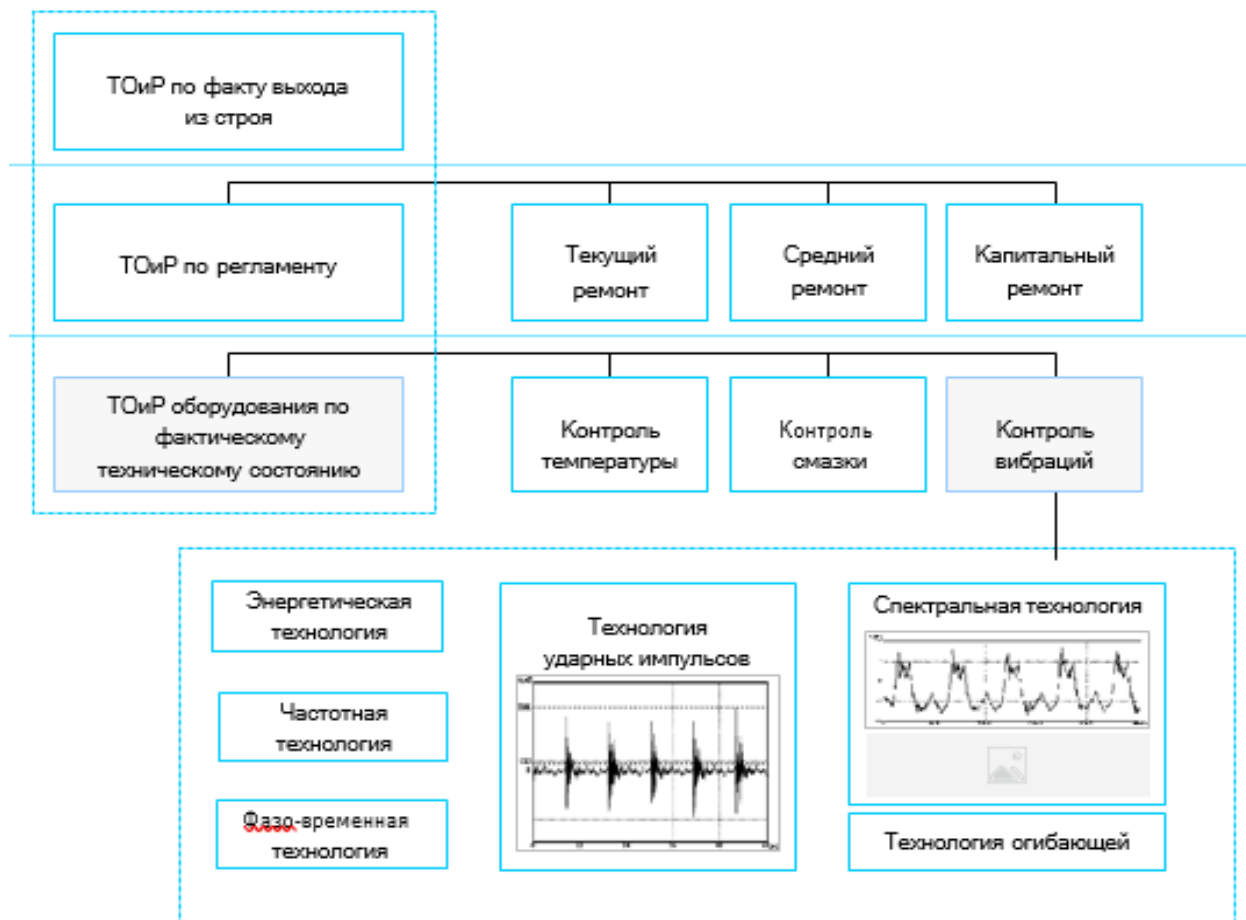


Рисунок 3 - Методы организации ремонта и обслуживания оборудования

- Ремонт и техническое обслуживание оборудования по факту его выхода из строя – это использование данного оборудования до момента его выхода из строя.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Организация ремонтных мероприятий на производстве		Литера	Лист
Пров		Валитова .Ю.						Листов
Рук. ООП		Брусник О.В.						28
								77
						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

- Ремонт и техническое обслуживание оборудования по регламенту – это обслуживание, проводящееся в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя в определенное время, оно не зависит от технического состояния оборудования.
- Ремонт и техническое обслуживание по фактическому техническому состоянию — это техническое обслуживание только с наступлением высокой вероятности отказа данного оборудования.

Для дополнительного или очень дешевого оборудования по большей части используется ремонт и техническое обслуживание по факту выхода из строя. Данный метод эффективен только при условии, что стоимость замены оборудования ниже затрат на ремонт и обслуживание.

Ремонт и техническое обслуживание оборудования по регламенту именуют так же планово предупредительным ремонтом (ППР). Этот метод подразумевает принудительное и периодичное осуществление ремонтов, а также соответствующих профилактических работ. В этом методе используется принудительное и периодичное осуществление ремонтов, профилактических работ.

Для этого метода, что характерно, план проведения ремонтов машины составляют заранее. Обычно ремонт планируется на периоды длиной в месяц или год.

Структуры ремонтных циклов – это основная часть планирования для каждого оборудования, агрегата. Так же их можно назвать порядком чередования проведения текущих или средних ремонтов в нужной последовательности и через определенные промежутки времени между ремонтами капитальными.

Количество ремонтов определяется во время планирования, а также трудоемкость. Происходит распределение дежурного персонала, рабочих по

					Организация ремонтных мероприятий на производстве	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

цехам, участкам, планируются денежные затраты. Кроме того, планом заранее диктуется объем работ для каждого периодического ремонта. В дальнейшем план обязательно уточняется в соответствии с предремонтным осмотром.

Данный вид планирования имеет задачу распределения возможных ресурсов, таких как деньги, время и материал, для выполнения ремонтных циклов.

Сейчас сводятся к автоматизации почти все разработки в области систем ППР с помощью месячных и годовых графиков ремонтов, слежения за расходом необходимых материалов, деталей, ведения учета оборудования.

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

Метод обслуживания оборудования по регламенту может решать задачи ремонта и техобслуживания только в случае отсутствия более релевантных методов, например, как метод обслуживания по фактическому состоянию, из-за чего является неэффективным.

Методы обслуживания оборудования по фактическому техническому состоянию являются наиболее эффективными — обслуживание производится именно тогда, когда это необходимо и нужном объеме. Использование данных методов позволяет:

- сократить количество ремонтов, число запасных материалов и частей из-за проведения обслуживания на ранних стадиях появления дефектов;
- сократить число непредвиденных отказов и аварийных случаев, повысить надежность оборудования;
- уменьшить потерю прибыли, возникающую из-за простоев оборудования

Для того, чтобы провести такой ремонт, производится диагностика оборудования, чтобы определить его фактическое состояние, что может позволить наиболее эффективным образом спланировать объем, время обслуживания или ремонтных работ. При эксплуатации и работе любого оборудования происходит износ его частей, за чем следует их выход из строя. Любые развивающиеся дефекты или износ сопровождаются рядом параметров, которые необходимо вовремя обнаружить и взять под контроль. В данных целях используются методы неразрушающего контроля – методы контроля оборудования, сохраняющие его пригодность к использованию и целостность.

2.2 СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Вибродиагностика – это метод диагностики технологического оборудования, основанный на анализе параметров вибрации, создаваемой работающим оборудованием, также называемой вторичной вибрацией из-за строения объекта исследования.

Вибродиагностика способна решать следующие задачи: определять причины повышенного уровня вибрации агрегатов и обнаруживать скрытые конструктивные дефекты. Этот метод является одним из основных методов контроля технического состояния оборудования. Диагностика вибраций проводится специализированным персоналом с использованием инструментов, позволяющих достоверно определить характер и степень вибраций, а в последующем и причину этих проявлений.

2.2.1 Основные положения

Колебания – движение частиц среды вокруг их положений равновесия.

Выделяются:

Свободные колебания — это колебания, возникающие в результате

					Организация ремонтных мероприятий на производстве	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

приложения к объекту силы, которая в итоге возвращает объект в исходное положение. Такие силы могут включать гравитацию, силу упругости и сопротивление. Яркий пример - колебания маятника на пружине. Вынужденные колебания — это колебания, возникающие под действием внешней силы. Такие колебания не затухают. Автономное колебание - беззнаковое колебание, возникающее под действием сил постоянного характера. Например, маятник часов. Параметрические колебания — это колебания, вызванные изменением параметра системы, например массы или скорости. Резонанс - резкое увеличение величины амплитуды вынужденных колебаний, которое может иметь место в том случае, если частота внешнего источника приблизительно равна одной из собственных частот конструкции. Затухание — это явление, которое может возникнуть, когда два гармонических колебания одной частоты накладываются друг на друга. Биения возникают из-за отставания одного сигнала от другого по фазе.

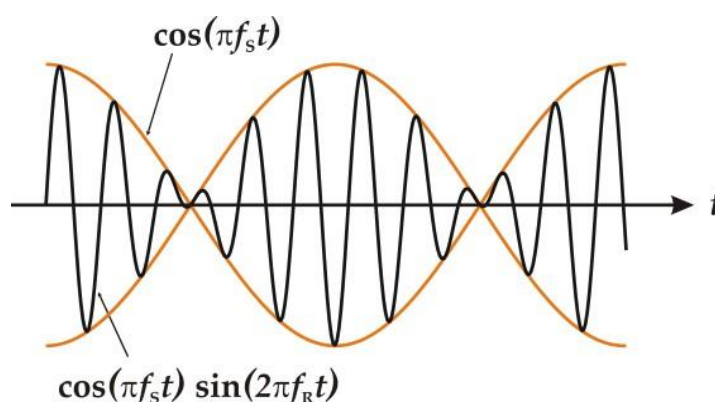


Рисунок 4 - График колебаний при биениях

При настройке струнного инструмента вы можете услышать стук. Если частота струны немного отличается от частоты камертона, то можно услышать вибрато — это бит. Струны должны быть натянуты или ослаблены, чтобы уменьшить частоту. При совпадении шага со стандартом пролеты полностью исчезают. Акустические ритмы также можно услышать при игре на каком-либо инструменте, таком как фортепиано или гитара, когда звуки различной высоты создают интервалы и полифонию (аккорды).

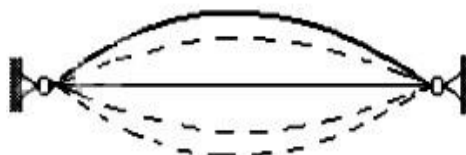
Явление стука также возникает при одновременной работе 2-х

Организация ремонтных мероприятий на производстве					Лист
					32
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	

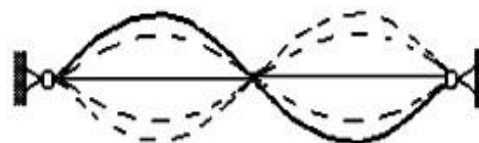
вентиляторов и двигателей, на насосах с асинхронными двигателями при наличии как механических, так и электромагнитных ошибок. Поскольку скорость двигателя составляет 49,9 Гц, а частота источника 49,9 Гц, когда что-то пойдет не так, биение будет происходить с частотой 0,99 Гц.

Рассмотрим свободные колебания струны, закрепленной с обоих концов. Если струна отклоняется от положения равновесия по синусоиде, то направление колебаний сохранится, такая форма называется соответствующей формой. Частоты, на которых возникают собственные формы колебаний, называются собственными частотами (гармониками).

Основная (первая) гармоника.



Вторая гармоника.



Третья гармоника.



Рисунок 5 – Три собственные формы колебаний струны

2.2.2. Диагностика по общему уровню вибрации

Рассмотрим свободные колебания струны, закрепленной с обоих концов. Если струна отклоняется от положения равновесия по синусоиде, то направление колебаний сохранится, такая форма называется соответствующей формой. Частоты, на которых возникают собственные формы колебаний, называются собственными частотами (гармониками).

					Организация ремонтных мероприятий на производстве	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		33

Такой способ проявления дефектов в конструкциях и узлах агрегатов дает простой анализ единого технического состояния устройства по общему уровню вибросигнала. Данный способ используется рабочими без особой вибродиагностической подготовленности, потому что для проведения диагностики дефектов достаточно применить виброметры примитивного механизма.

Недостатком такого подхода является то, что такая диагностика является предаварийной, потому что она способна определить только те неисправности, которые имеют последнюю стадию своего развития.

В таком способе параметры меры формирования недочёта целиком направлены на подходящие нормативные степени вибрации, подходящие определенному механизму. Механизм является дефектным, если у такого устройства вибрации превышают общепризнанную норму. Если величина уровня вибрации превышает допустимые, то дальнейшая эксплуатация устройства, агрегата или модуля стоит под вопросом.

Степень суммарного уровня вибрации определяется по Среднему квадратическому значению виброскорости. Обсчёт виброскорости необходимо выполнять с учетом суммирования всех составляющих.

Диагностика по спектрам вибросигналов

Такая диагностика допускает проявить огромное число неисправности оборудования. С помощью этого способа можно выявить дефекты устройств, при случае если уровень активности резонансных колебаний можно заметить на общей картине частотного разделения всей силы вибросигнала, т.е. со средней части второй стадии развития. В отличие от прошлого метода, которым могли пользоваться сотрудники без отдельного вибродиагностического обучения, анализ по спектрам вибросигналов запрашивает уже подходящего спектроанализатора и обученного персонала.

Если сложный сигнал разложить в ряд Фурье, то получится спектр, составляющие которого, при узкополосном анализе дадут гармонические составляющие сложного сигнала. Оценить состояние кинематических пар

					Организация ремонтных мероприятий на производстве	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

механизмов можно по амплитудам составляющих спектра, но для этого необходимо знать частоты, на которых проявляются неисправности.

Почти повторяющиеся колебания, в большинстве случаев, наблюдаются, если просуммировать две и более согласованных операции, при этом генерируемые разнообразными блоками частоты возбуждаемых колебаний не кратны. Для почти периодической вибрации измеряемыми параметрами, так же как и для гармонических колебаний, являются пиковые, среднеквадратичные значения виброскорости, вибросмещения и виброускорения.

Пересчет виброускорения, виброскорости и вибросмещения должен осуществляться с учетом суммирования всех согласованных составляющих:

Где $W = 2\pi f$ – 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.

Машина или механизм должна иметь допустимый размах частот среднего квадратического значения виброскорости, который устанавливается ГОСТами по вибрации и нормативными документами о качестве нормируемого параметра вибрации. Допустимым средним квадратическим значением виброскорости является диапазон частот от 10 до 1000 Гц.

Однако необходимо упомянуть, если использовать только один критерий виброскорости для заблаговременной оценки статуса оборудования, то диапазон частот будет уменьшаться. Правильность многих прикладных диагнозов по состоянию, например, шарикоподшипник, приобретённых при эксплуатации типичных спектров вибросигналов, является неожиданно низкой.

«Неожиданность» данного парадокса установлена предварительно и заложена в свойствах спектральной вибродиагностики. Проблемы ранних диагнозов предварительно прогнозируемы и содержатся в том, что классический спектр, по своему определению, – это распределение в частотной области силы начального временного вибросигнала. Значит

					Организация ремонтных мероприятий на производстве	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

образование очевидно проявленных узких пиков на спектре в зоне собственных частот другого элемента механизма, обладающих большой амплитудой и существенной мощностью, следует ожидать исключительно при мощности дефекта, пропорциональной с мощностью отчетливо диагностируемых пиков на спектре, т.к. дефект должен быть довольно развитым..

Проверка по соответствию пик/фон вибросигнала (Крест-фактор)

Способ обладает несколькими примерно одинаковыми по эффективности модификациями:

- установление высокочастотного сигнала;
- замер ударных импульсов;
- измерение энергии импульса.

На ранних этапах развития модификации позволяют обнаружить повреждения агрегатов на достаточно начальных стадиях. Для осуществления метода используются достаточно несложные и недорогие приборы.

Крест-фактор – удобный расчетный параметр. С его помощью можно установить число ударных импульсов во временном сигнале. Данная информация полезна, поскольку не всегда может быть получена при анализе спектров, т.к. на спектрах присутствуют сходства между ударами и «белым шумом». Удары на данном промежутке могут быть инициированы износом элементов подшипника качения, износом зубьев в зацеплении либо кавитацией. Обычно крест-фактор используется для постоянного мониторинга наблюдения за увеличением или уменьшением количества 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

					Организация ремонтных мероприятий на производстве	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

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.

2.2.3. Диагностика по энергетическому спектру

На энергетическом спектре демонстрируется распределение энергии сигнала в частной зоне (рис. 9), по которой можно понять в каком техническом состоянии находятся узлы агрегатов и определяется как

$$G(\omega) = \frac{s(2\omega)}{2\pi}$$

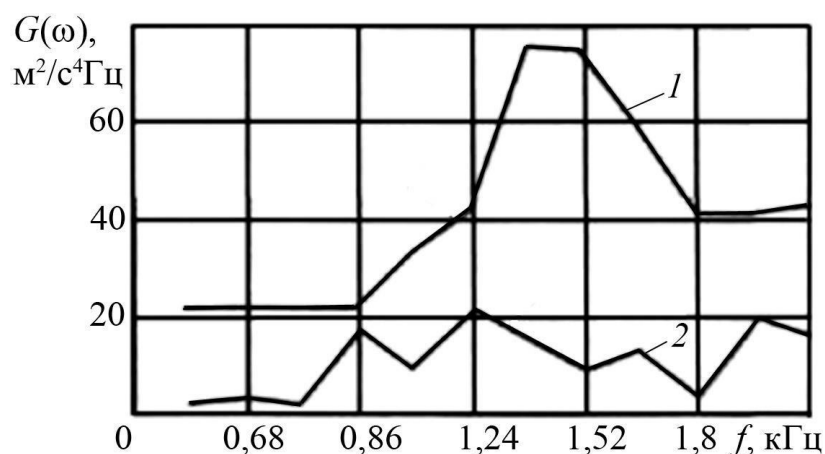


Рисунок 6 – Спектр виброакустического сигнала:

1 – С дефектом в подшипнике; 2 – без дефекта

Составляющие спектра - это спектральная плотность мощности виброакустического сигнала.

2.2.4 Диагностика по спектру огибающей сигнала

Действенный метод поиска зарождающихся дефектов, ведь он меньше всего подвержен различным помехам и имеет высокую точность. Этим и объясняется широкое применение данного способа на практике.

Спектр огибающей вибрации – спектр огибающей высокочастотных случайных составляющих вибрации, предварительно выделенных из полного сигнала с помощью полосового фильтра.

Характеристики спектра огибающей (амплитуды гармонических составляющих и частоты) позволяют выявить свойства возникающей вибрации, которая приобретает амплитудную модуляцию, возникающую в узлах агрегата из-за трения.

Характерный спектр огибающей произвольной вибрации узла трения, в частности подшипника качения, представлен ниже.

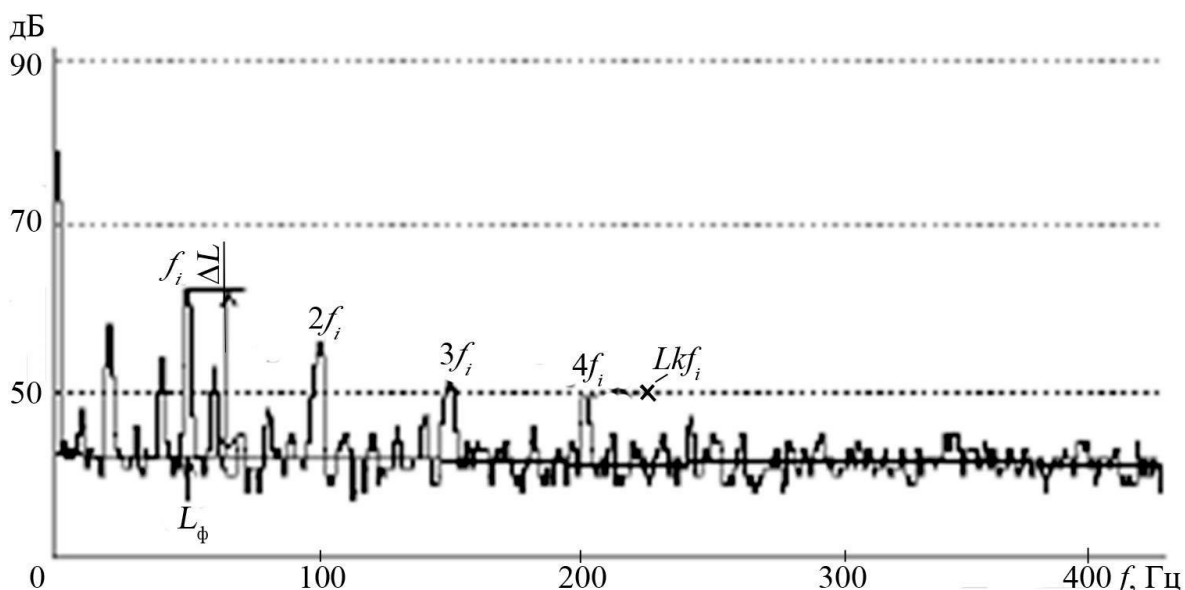


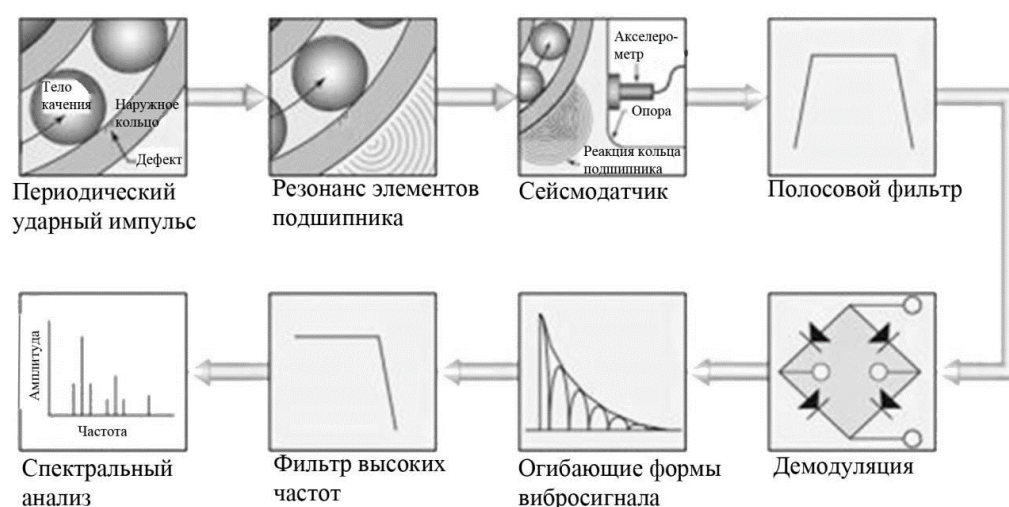
Рисунок 7 - Спектр огибающей вибрации подшипника качения с дефектом в наружном кольце

Если же дефектов нет, то в спектре существуют лишь фоновые (случайные) компоненты с похожими по величине уровнями. Дефект поверхностей, который имеет трение между собой, приводит к модуляции вибрации с конкретной частотой f_i . Возникает ряд гармонических составляющих на частотах kf_i , причем k может принимать как одно значение, так и ряд. Частотой модуляции f_i и числом k обнаруженных гармонических составляющих определяется вид дефекта.

С помощью ΔL максимальной из гармоник $L_k f_i$ и фона L_f можно определить величину дефекта.

На рисунке 9 представлен алгоритм обработки сигнала, который возможно реализовать при методе огибающей спектра

Рисунок 8 — Алгоритм обработки сигнала.



В промышленности довольно часто техническое обслуживание агрегатов происходит только после планово-принудительных проверок, таким образом разборка приборов происходит лишь для профилактического осмотра и последующего ремонта, если это будет необходимо. Данный подход к ремонтным работам никак не влияет на предотвращение неожиданных повреждений деталей, подверженных износу, а наоборот только ускоряет процесс их износа. Кроме того, неверная сборка после профилактического осмотра вызывает последующие деформации, тем самым уменьшая срок

службы машины.

Выявить на начальной стадии и устранить данный недостаток необходимо, при организации непрерывного контроля за колебанием параметров состояния аппарата/агрегата. Этот метод рекомендован при использовании дефицитных и наиболее дорогостоящих объектов, так как неисправность может привести к срыву всей производственной цепи, либо отдельных ее циклов. К наиболее рекомендованным относится техническая диагностика, обеспечивающая постоянный контроль за параметрами и текущим состоянием машинного оборудования, используется на ранних стадиях, без проведения демонтажных работ агрегатов и оборудования, это виброакустическое обследование. Диагностируемые параметры которого является виброакустический сигнал, содержащий информацию о колебаниях.

Рассмотрим виброакустическое обследование на примере ГПА.

Виброакустическое обследование электродвигателей ГПА позволит нам выявить технические неисправности оборудования на начальной стадии их появления и соответственно предупредить их рост, и переход к проведению ремонтных работ по устранению фактической неисправности. Таким образом, данная проверка оборудования на ранних стадиях обеспечит безопасность эксплуатации, что в дальнейшем поможет избежать как мелких так масштабных аварийных ситуаций при перекачке нефти и ее сопутствующих продуктов.

Для выявления неисправностей и дефектов аппарата/агрегата используются данные, получаемые в координатах замера и направлениях измерения, будь то горизонтальные, вертикальные, либо вектора оси. Резкие скачкообразные сдвиги несут сведения о процессах неисправностей агрегатов и оборудования. Выявление причин неисправности, т.е. установление диагноза поломки, производится на основе изучения изменяющихся параметров сигнала.

Контроль производится по следующим параметрам вибрации:

- СКЗ

					Организация ремонтных мероприятий на производстве	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

- максимальные, минимальные значения
- мгновенные значения
- крутизна нарастаний и продолжительности действий импульса сигнала, спектральные характеристики

- частоты основного тона и гармоник

Имеется великое количество электрических преобразователей, которые преобразуют механические колебания в электрические сигналы и волны, как например: пьезорезистивные, вихретоковые, индуктивные, пьезоэлектрические, емкостные и др.

В отличие от других типов, пьезоэлектрические акселерометры наиболее эффективны для измерения всех колебательных величин практически в любых необходимых динамических и частотных диапазонах. Данные датчики очень часто используются при замере механической вибрации оборудования и ударов.

Неисправности роторной системы агрегатов можно определить или предотвратить, используя акселерометры ВС 111, которые устанавливаются в трех взаимно-перпендикулярных осях подшипников двигателя и самого агрегата. 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 программным 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:



Рисунок 9 – 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.

Методы вибродиагностики

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

Методы вибродиагностики различают по двум методам, это пассивные и активные методы, рассмотрим каждый и разберем их различие.

Первый метод используется в том случае, когда не имеется специальной системы нагружения и тем самым вместо нагружения используется случайное или регулярное воздействие природного или техногенного характера. Данный метод называется пассивные вибродиагностики.

В обычной жизни метод пассивной вибродиагностики происходит под случайным влиянием: например, грузопотока, урагана и т.д. Регистрация и обработка данных проходит разными способами, что влияет на

характеристику отклика, которая может представлять: частоту низших форм колебаний пролетных строений, спектры мощности или относительные амплитуды, величина добавки динамического коэффициента. В результате соотношения результатов с данными расчетной модели, сооружение начинает носить качественный характер и возможно проведение по частотам в диапазоне 1-2 низших форм колебаний.

Второй метод основан на неестественным приложением к конструкции импульсной или же гармонической вибрации нагрузки. Этот метод называется методы активной вибродиагностики.

Для возможного использования импульсного нагружения в активной вибродиагностики можно применять прогон автомобиля через искусственные неровности, оттяжку конструкции при помощи троса через размыкающее звено и т.д. В процессе активного воздействия на конструкцию импульсной нагрузки, получение стационарных колебаний может быть затруднительно, это происходит, когда продолжительность воздействия мала. В таком случае появляется необходимость многократного повторения нагружения. Регистрация и обработка данных также проходит разными способами, что влияет на характеристику отклика, которая может представлять: частоты низших форм колебаний пролетных строений, спектры мощности или относительных амплитуд, величина добавки динамического коэффициента.

3. Расчетно-конструкторская часть

Введение

В данной работе будут проводиться расчёты собственных частот вибраций следующих подшипников качения, которые являются крайне важными для надежной работы газотурбинного двигателя НК-І2СТ. Срок службы подшипников на двигателе во многом зависит от добросовестности рабочего состава в сторону обслуживания оборудования. Обычно подшипникам удастся проработать около 2000 часов, но при правильном обслуживании подшипники качения прорабатывают около 30000 часов.

Таблица 1 - Характеристика узлов турбодвигателя:

Узлы двигателя	№№ подшипников	Наименование подшипников	Обозначение по ГОСТ
Осевой компрессор	1	Передний роликовый радиальный	5А-932-125-Д1Т1
	2	Задний шариковый радиально-упорный	АВ-116-222-В1Т2
Турбина компрессора (ТВД)	3	Передний роликовый радиальный	АВ-321-32-Р6
	4	Задний роликовый радиальный	5Б-672-518-Д2Т2
Свободная турбина (СТ)	5	Передний роликовый радиальный	АВ-321-32-Р6
	6	Задний шариковый радиально-упорный	55-321-30-ВТ2
	7	Задний шариковый радиально-упорный	А-176-130-Р2

Разрушение подшипников происходит внезапно. И, чтобы починить оборудование, необходимо производить дорогостоящий ремонт, который производят на заводе-изготовителе. Учитывая данный факт, необходимо воспользоваться вибродиагностикой. Обязательно стоит учитывать то, что для общего наблюдения и прогнозирования дефекта не хватает одной только вибродиагностики.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области											
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата												
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Расчетно-конструкторская часть						Литера		Лист		Листов	
Пров		Валитова .Ю.											44		77	
Рук. ООП		Брусник О.В.									Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б					

Необходимо использовать так же контроль общего вида состояния оборудования, то есть чтобы не было каких-либо металлических частиц в маслосистеме, а так-же необходимо вести наблюдение за температурой масла.



Рисунок 10 – Схема распределения подшипников

3.1 Расчет собственной частоты вибрации газотурбодвигателя НК-12СТ.

Данные для расчета:

- Скорость вращения вала (номинальная) – 8200 об/мин.
- Число лопастей: 14шт

Проводим расчет частоты вращения вала:

$$f_{вр} = \frac{n}{60} = \frac{8200}{60} = 136,6 \text{ Гц}$$

Расчет лопастной частоты:

$$f_l = N * f_{вр} = 14 * 136,6 = 1912,4 \text{ Гц}$$

3.2 Расчет собственной частоты вибрации подшипника качения

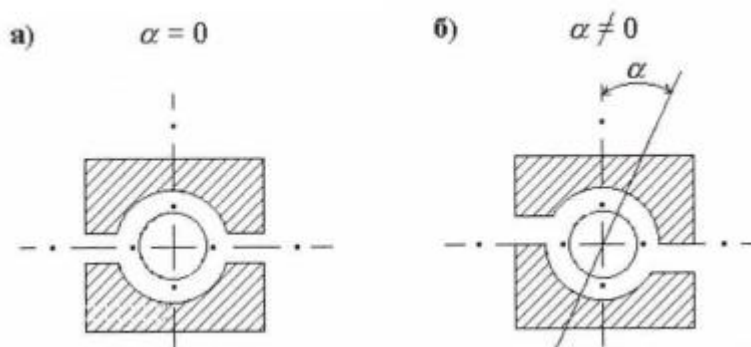


Рисунок 11 – Условия а – радиального подшипника, б – радиально-упорного

					Расчетно-конструкторская часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		45

ПОДШИПНИКА

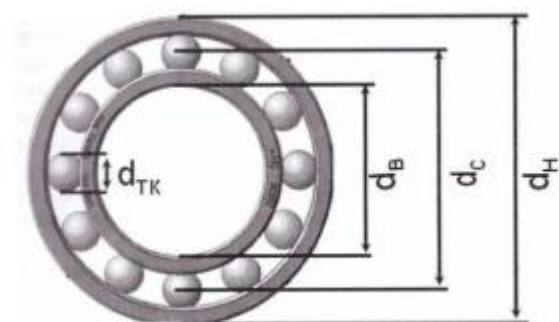


Рисунок 12 – Схема подшипника качения

Подшипник А-176-130-Р2 Шариковый радиально-упорный однорядный с разъемным наружным кольцом с четырехточечным контактом

$d = 150\text{мм}$; $D = 225\text{мм}$; $B = 35\text{мм}$; $C = 35\text{мм}$; $\alpha = 0^\circ$; $z = 22\text{шт.}$

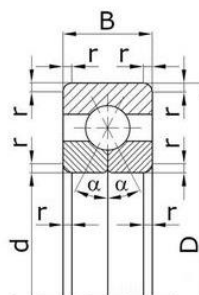


Рисунок 13 –. Подшипник А-176-130-Р2 Шариковый радиально-упорный однорядный с разъемным наружным кольцом с четырехточечным контактом

Расчет диаметра шариков:

$$d_{ш} = 0,32 \cdot (D - d) = 0,32 \cdot (225 - 150) = 24\text{мм}$$

Скорость вращения внутреннего кольца: $n = 1500\text{ об/мин}$

Расчет частоты вращения:

$$f_{вр} = \frac{n}{60} = \frac{1500}{60} = 25\text{ Гц}$$

Расчет диаметра сепаратора:

$$d_c = \frac{D + d}{2} = \frac{150 + 225}{2} = 187,5\text{мм}$$

Расчет частоты вращения сепаратора:

$$f_c = \frac{1}{2} f_{\text{вр}} \left(1 - \frac{d_{\text{ш}}}{d_c} \cos \alpha \right) = \frac{1}{2} 25 \left(1 - \frac{24}{187,5} \cos 0^\circ \right) = 10,9 \text{ Гц}$$

Расчет частоты контакта шариков с одним из колец:

$$f_{\text{ш}} = f_c \left(\cos \alpha + \frac{d_c}{d_{\text{ш}}} \right) = 10,9 \left(\cos 0^\circ + \frac{187,5}{24} \right) = 96,05 \text{ Гц}$$

Расчет частоты перекатывания шариков по наружному кольцу:

$$f_{\text{н}} = f_c * z = 10,9 * 22 = 239,8 \text{ Гц}$$

Расчет частоты перекатывания шариков по внутреннему кольцу:

$$f_{\text{в}} = (f_{\text{вр}} - f_c) * z = (25 - 10,9) * 22 = 310,2 \text{ Гц}$$

Данные значения полностью соответствуют результатам, которые были получены в программе «Калькулятор частот подшипников качения (автор Замараев К.С. версия от – 26.04.2007)»:

Перекатывание тел качения по наружному кольцу.	Fo =	239,8	Гц
Перекатывание тел качения по внутреннему кольцу.	Fi =	310,2	Гц
Вращение тел качения.	Fw =	96,056	Гц
Вращение сепаратора.	Fq =	10,9	Гц
Изменение формы наружного кольца.	Fo* =	239,8	Гц
Изменение формы внутреннего кольца.	Fi* =	310,2	Гц
Изменение формы тел качения..	Fw* =	49,181	Гц

Рисунок 14 – Расчет собственных частот вибрации подшипника качения А-176-130-Р2 в специальном калькуляторе.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Цели и задачи раздела и финансы

В данном разделе изучается финансовая часть работы вибродиагностики на предприятии при ремонте ГПА-Ц-6,3 по фактическому состоянию.

Целью проделанной работы является оценка эффективности перехода от планово-предупредительного ремонта к ремонту по фактическому состоянию.

Основной задачей раздела является сравнение экономической эффективности видов ремонта оборудования. В расчёты входят:

- Расчет величины капиталовложений при использовании вибродиагностической установки.
- Расчет эксплуатационных затрат для вибродиагностической установки.
- Расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования при системе ППР.
- Расчет срока окупаемости внедрения вибродиагностики.

В состав вибродиагностических затрат входят расходы на некоторые виды ремонта, которые делятся на:

- Капитальный ремонт
- Эксплуатация вибродиагностического оборудования, которая в свою очередь делится на:
 - Рабочую оплату
 - Энергетические расходы
 - Расходы на обслуживание производства и управления

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Литера	Лист	Листов
Пров		Валитова .Ю.					48	77
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

4.2 Расчет капитальных затрат на приобретение, доставку и монтаж оборудования

Установка оборудования является передвижной, потому расходы на установку не учитываются.

Капитальные расходы:

$$K = C_0 + C_T,$$

где K – затраты на покупку основных средств, руб;

C_0 – цена устройств, руб;

C_T – затраты на транспорт (5% от C_0), руб.

Цену единицы устройства для вибродиагностических работ устанавливаем равной 746374 руб, учитывая стоимость продукции ZETLAB. Таких устройств нам понадобится 10 для проведения вибродиагностики на предприятии.

$$K = 7463740 + 373187 = 7836927 \text{ руб.}$$

Нам необходимо закупить 10 штук устройств для вибродиагностических работ нам необходимо 7836927 рублей. Цены были взяты с сайта продажи продуктов для вибродиагностики: <https://zet.nt-rt.ru/images/showcase/price.pdf>

4.3 Расчет времени работы оборудования

Объём часов, при котором оборудование в работоспособном состоянии в год:

$$F_D = ((F_K - B) * K_{см} * D_c) * (1 - K_p),$$

где F_D – действительный объём часов работоспособности оборудования, часов;

$K_{см}$ – рабочие смены эксплуатации электрооборудования; (2)

F_K – календарный объём часов работоспособности оборудования (365 дней);

B – выходные дни, учитывающие вахтовый метод в половину месяца (24

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		49

дня);

D_c – смена, количество в ней часов (12);

$K_{п}$ – стандартные рабочие временные потери (0,05% – 0,15%).

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

4.4 Фонд оплаты труда

Расчёт затрат на зарплату:

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

где $C_{ср}$ – плата по тарифу; (250 руб.)

$T_{общ}$ – количество часов за одну смену (12 ч.)

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент (1,3).

D – рабочие вахтовые дни в одном месяце (15)

B – вахты, которые проходят в течение года (12)

$\Phi_{онд}$ затрат на зарплату для нужного нам цеха за год:

$$\Phi_{оз} = 250 * 12 * 15 * 163 * 12 = 702000 \text{ руб.}$$

Дополнительная зарплата.

$$\Phi_d = \Phi_{оз} * K_{дз}$$

где $K_{дз}$ – коэффициент, который показывает добавочную зарплату.

$$\Phi_d = 702000 * 1,1 = 772200 \text{ руб.}$$

Социальные отчисления.

Отчисления соц. страхования – 2,9%

Отчисления в фонд занятости – 5,1%

Отчисления в пенсионный фонд – 22%

Социальные отчисления – 30%,

$$772200 * 0,3 = 231660 \text{ руб.}$$

4.5 Расчет расходов на электроэнергию, потребляемую оборудованием

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		50

$$W_n = P_n * F_D$$

Затраты на эксплуатацию в течении года рассчитываются следующим выражением:

где P_n – мощность, необходимая электрооборудованию, кВт;

F_D – объём часов работы, в течении которого оборудование работоспособно.

$$W_n = 0.00005 * 6956,4 = 0,34$$

Цена энергетического ресурса вычисляется выражением:

$$C_{эл} = C * W_n$$

где $C = 4,84$ руб – цена единицы кВт/ч энергии.

$$C_{эл} = 4,84 * 10 * 6956,4 * 0,34 = 114474,5 \text{ руб.}$$

4.6 Расчет общих затрат

Затраты, которые будут списаны на ремонт оборудования возможно посчитать по следующей формуле:

$$C_{рем} = \Phi_{дз} + O + H_p + C_{эл} + C_{п}$$

где H_p – расходы на обслуживание производства и управления;

$\Phi_{дз}$ – фонд зарплат;

O – отчисления в социальные фонды;

$C_{эл}$ – энергетические расходы;

$C_{п}$ – поверочная стоимость оборудования.

Таблица 2 – Результат расходов на ремонт по вибродиагностике

Расходы	Результат, руб.
Затраты на управление и обслуживание	370656
Заработная плата	772200
Соц. страховка	231660
Расходы на электроэнергию	114474,5
Стоимость поверки оборудования	80000



Рисунок 15 – Общие расходы на ремонт при вибродиагностике.

4.7 Расходы на ППР.

Траты на работу ППР выражаются из расходов на обслуживающие мероприятия, а также:

- Материальные расходы
- Расходы на зарплату
- Расходы на обслуживающие и управляющие работы

Расходы на ресурсы и запасные части для обслуживания и ремонта.

Расходы на ресурсы и запасные части находится по следующей формуле:

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

где $C_{\text{об}}$ – цена необходимого оборудования.

Стоимость одного газоперекачивающего агрегата для компримирования природного газа равна 13000000 руб.

Газоперекачивающих агрегатов такого типа для исследования необходимо 10 штук:

$$C_{\text{мат}} = 13000000 * 5\% = 6500000 \text{ руб.}$$

Стоимость одного газоперекачивающего агрегата для компримирования природного газа равна 13000000 руб. Газоперекачивающих агрегатов такого типа для исследования необходимо 10 штук:

$$C_{\text{мат}} = 13000000 * 5\% = 6500000 \text{ руб.}$$

4.8 Расчет полных затрат на техническое обслуживание и ремонт

Затраты на техническое обслуживание и ремонт вычисляются следующим образом:

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

где $H_{\text{р}}$ – затраты на управленческие и обслуживающие работы;

$C_{\text{м}}$ - установка (22% от стоимости нефтегазового оборудования).

Таблица 3 – Расходы при работе ППР

Расходы	Результат, руб
Материалы и запасные части	65000000
Расходы на управление и обслуживание	376000
Заработная плата	702000
Соц. страховка	231660
	7809660



Рисунок 16 – Расходы при работе ППР



Рисунок 17 – Расходы при разных видах ремонта

$$7\,809\,660 - 1\,568\,990,5 = 6\,240\,670 \text{ руб.}$$

Как ранее уже было сказано, учитывая время работоспособности оборудования (10 лет), организация посредством использования устройств вибродиагностики экономит 6240670 руб.

$$\frac{6240670}{1568990} \approx 4 \text{ года}$$

Оборудование, которое используется для вибродиагностики, окупится уже через 4 года.

Таким образом, по результатам проделанной работы в данном разделе можно отметить, что переход от ППР к ремонту по фактическому состоянию является эффективным с финансовой стороны, учитывая экономию и срок окупаемости оборудования.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

КС представляет собой совокупность оборудования, направленных на работу нескольких процессов. Непосредственно в КС происходит транспорт газа, его очистка от примесей и понижение температуры.

В состав КС входит несколько компрессорных цехов (КЦ), в которых находятся газоперекачивающие агрегаты.

В данной работе изучается ГПА-Ц-6,3. Данный агрегат представляет из себя установку, в которую входит несколько блоков. Это нагнетатель и двигатель с нужными установками, которые соединены на раму.

В этом разделе описывается значимость безопасности при работе с данными агрегатами, вредные факторы, соблюдение правил и производственных требований, охрана окружающей среды.

ГПА в рабочем состоянии, учитывая действующий ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, имеет такие более вредные факторы как повышенный уровень шума и вибрации.

В данном случае в состав ГПА входит нагнетатель и двигатель, в состав которых входят подшипниковые узлы, валы, которые в свою очередь являются источниками шума и вибрации.

Шум так же в принципе образуется во время работы оборудования, но при помощи шумоглушителя он рассеивается.

Так же мы можем к опасным факторам отнести маслосистему. Так как рабочей средой в ГПА является природный газ, система является взрывоопасной, но при этом не коррозионной.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Социальная ответственность	Литера	Лист	Листов
Пров		Валитова .Ю.					56	77
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность персонала.

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места обеспечивается оптимальное положение персонала, оно достигается регулированием: высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног. Конструкция регулируемого кресла оператора соответствует требованиям ГОСТ 21889—76.

Форма рабочей поверхности, иметь вырез для корпуса работающего или углубление для настольных машин.

Подставка для ног регулируется по высоте. Ширина мм, длина — мм. Поверхность подставки имеет рифленую форму. По переднему краю предусмотрен бортик высотой мм.

Аварийные органы управления расположены в зоне досягаемости моторного поля, при этом предусмотрены специальные средства опознавания и предотвращения их непроизвольного и самопроизвольного включения в соответствии с ГОСТ 12.2.003—91.

Сидячие рабочие места оборудованы согласно ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Конструкцией рабочего места обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Выполнение трудовых операций «часто» и «очень часто» обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля. При проектировании оборудования и организации рабочего места учтены антропометрические показатели мужчин (работают только мужчины).

Взаимное расположение и компоновка рабочих мест обеспечивает безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации при аварийной ситуации. Организация и состояние рабочих мест обеспечивает

					Социальная ответственность	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

безопасное передвижение работающих.

По показателям тяжести трудового процесса работа оператора в соответствии с Р 2.2.2006-05 относится к классу оптимальной (легкая физическая нагрузка. По показателям напряженности – к классу допустимой (напряженность труда средней степени). Допустимые условия труда характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работников и их потомство. Допустимые условия труда условно относят к безопасным.

5.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по вибродиагностике узлов газотурбинного газоперекачивающего агрегата типа ГПА-Ц-6,3 в таблице 4.

Таблица 4 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по вибродиагностике узлов газотурбинного газоперекачивающего агрегата типа ГПА-Ц-6,3

					Социальная ответственность	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Наименование работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-88)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Ремонтно-восстановительные работы при выполнении работ по вибродиагностике газоперекачивающего агрегата типа ГПА-Ц-6,3	Физические		ГОСТ
		Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	ГОСТ 12.0.003 - 74 ССБТ
		Производственные факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ
		Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением	ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ
		Пожаровзрывобезопасность на рабочем месте	НПБ 105-03 ППБ 01-2003 НПБ 110-99 СНиП 21-01-02-85
	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны		СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 2.04.05.86
	Повышенный уровень шума		ГОСТ 12.1.003–2014 ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ
	Повышенный уровень вибрации		ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.566-96
	Повышенный уровень ионизирующих излучений		СП 2.6.1–758–99
	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 СП 52.13330.2011

	<i>Химические</i>		ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ
	Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны		

5.2.1 Анализ вредных производственных факторов

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении работ по повышению эксплуатационной надежности газотурбинного газоперекачивающего агрегата типа ГПА-Ц-6,3, а также нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны

На здоровье человека существенное влияние оказывают микроклиматические условия производственной среды, которые складываются из температуры окружающего воздуха, его влажности, скорости движения и излучений от нагретых предметов.

5.2.2 Обоснование мероприятий по их устранению

Параметры микроклимата в рабочей зоне (ГЩУ) необходимо поддерживать по СанПиН 2.2.4.548-96 [46] в соответствии категорией работ.

Для категории Па:

- интенсивность энергозатрат 630...840 кДж/ч;
- облучаемая поверхность не более 25 %;

Интенсивность теплового облучения 100 Вт/м². Для холодного времени года:

- температура воздуха 19...21 °С;
- температура поверхностей 18...20 °С;
- влажность 40...60 %;

- Скорость движения воздуха 0,2 м/с. Для теплого времени года:

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		60

- температура воздуха 21...23 °С;
- температура поверхностей 20...23 °С;
- влажность 40...60 %;
- скорость движения воздуха 0,3 м/с.

Для поддержания параметров воздушной среды в помещениях КС, в соответствии с требованиями действующих санитарных и технологических норм, система вентиляции включает в себя:

- естественную вентиляцию во всех помещениях компрессорного цеха (КЦ);
- приточно-отопительную вентиляцию в отсеках двигателя и нагнетателя;
- приточно-вытяжную вентиляцию в аккумуляторной, химлаборатории;
- вытяжную вентиляцию в помещениях мехмастерской, диспетчерской;
- установки кондиционирования воздуха;

отопительные регистры с теплосетью. При этом вентиляция должна обеспечивать:

- температурно-влажностный режим;
- предотвращение и снижение загазованности.

На входе в главный щит управления имеется тепловая завеса, которая перекрывает поток наружного холодного воздуха при открытых дверях и способствует поддержанию микроклимата в помещении.

Работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены в зимнее время спецодеждой и спецобувью с повышенным суммарным тепловым сопротивлением, а также защитными масками для лица. При работах, связанных с ограниченностью движения, следует применять спецодежду и спецобувь со специальными видами обогрева.

Работники должны быть обучены мерам защиты от обморожения и оказанию доврачебной помощи.

					Социальная ответственность	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Повышенный уровень шума

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА.

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

- совершенствование технологии ремонта и своевременное обслуживание оборудования;
- использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи);
- использование средств звукопоглощения.

Также необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников.

Для создания нормальных условий работы дежурного персонала управление вынесено на блочные щиты.

Источниками шума в ГПА с газотурбинным приводом являются всас компрессора, выхлоп турбины, корпус ГТУ и камеры сгорания, нагнетатель с присоединяемыми трубопроводами и другое вспомогательное оборудование ГТУ и КС.

Шум на ГЩУ, создаваемый системами управления цеха, работой персональных компьютеров, не превышает нормативные уровни шума.

Сменный персонал может находиться на ГЩУ в течение всей рабочей смены без СИЗ органов слуха.

Повышенный уровень вибрации

Для ГЩУ в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96 вибрация соответствует 3 категории типа «в» - технологическая вибрация, воздействующая на оператора на рабочих местах стационарных машин или передающиеся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. На ГЩУ вибрация не превышает предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 8 ч, которые в пересчете на эквивалентные значения составляют:

					Социальная ответственность	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

- по виброускорению – 0,145 м/сек² (100 дБ);
- по виброскорости – 0,12 м/с (75 дБ).

Значения уставки, определяющие предупреждающий и аварийный сигнал уровня вибрации, выводятся на ГЩУ с помощью программных средств. Абсолютные значения уставок уменьшаются с увеличением срока службы агрегата, так как ухудшается техническое состояние агрегата и вспомогательного оборудования.

Для обеспечения вибробезопасных условий труда при сборке и монтаже агрегата выполняется [50]:

- центровка роторов;
- балансировка роторов.

Повышенный уровень ионизирующих излучений

В зависимости от группы критических органов в качестве основных дозовых пределов регламентирована предельно допустимая доза (ПДД). При облучении всего тела и для I группы критических органов установлено значение ПДД (для категории А) 50 мЭв (5 бэр) в год. Для II и III групп критических органов ПДД равна 150 и 300 мЭв (15 и 30 бэр) в год соответственно [52].

Основные профилактические мероприятия: уменьшение времени пребывания в зоне радиации; увеличение расстояния от источника излучения до работающего; установка защитных экранов; применение аппаратов с дистанционным управлением и другие.

Работающие с радиоактивными веществами должны быть обеспечены СИЗ от ионизирующих излучений в соответствии с санитарными правилами при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Для освещения зданий используются искусственные и естественные источники света.

Естественное освещение на ГЩУ создается природными источниками

					Социальная ответственность	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

света через оконные проемы, обеспечивающие достаточную освещенность в помещении в светлое время суток.

Искусственное освещение осуществляется в помещениях лампами накаливания и люминесцентными лампами.

На ГЩУ освещенность составляет 300 Лк, что соответствует норме IV разряда зрительных работ (средней точности), КЕО = 1,5 %.

Естественное освещение (боковое) – является основным при работе в светлое время суток и обеспечивает КЕО = 1,5 %.

Освещение на лестничных клетках, в коридорах, проходах, а так же помещениях без постоянного присутствия обслуживающего персонала составляет 50 Лк [53].

Напряжение питания рабочего освещения во всех основных производственных помещениях осуществляется от двух независимых источников питания, на одном из которых постоянно будет напряжение. Кроме того, в помещениях предусмотрено аварийное освещение от аккумуляторной батареи.

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализатора или рудничной лампы. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³, для природного газа ПДК равно 300 мг/м³ [55].

ПДК транспортируемых газов, вредных примесей и некоторых применяемых веществ [55]:

- метан по санитарным нормам относится к 4-му классу опасности (малоопасные вредные вещества со значением ПДК в пересчете на углерод) – 300 мг/м³;
- в качестве одорантов в основном применяют меркаптаны, в

					Социальная ответственность	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

частности этилмеркаптан (C_2H_5SH), которые относятся ко 2-му классу опасности (вещества высокоопасные). ПДК в воздухе рабочей зоны по санитарным нормам 1 мг/м³;

- ПДК сероводорода в присутствии углеродов (C_1-C_5) – 3 мг/м³ (2-ой класс опасности);
- ПДК сернистого газа (SO_2) в воздухе рабочей зоны 10 мг/м³ (3 класс – умеренно опасные вредные вещества);
- ПДК метанола (CH_3OH) в воздухе рабочей зоны (по санитарным нормам) – 5 мг/м³.

При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами.

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности и загазованности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны.

Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися

В летнее время года работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены за счет предприятия СИЗ от гнуса и энцефалитного клеща.

5.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении при проведении работ по повышению эксплуатационной надежности газотурбинных газоперекачивающих агрегатов типа ГПА-10-01, а также нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

					Социальная ответственность	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Скорость движения автотранспорта, по строительной площадке и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например двуручное управление), предотвращающие травмирование.

Также необходимо соблюдать технику безопасности при работе оборудования, машин и механизмов, а их эксплуатацию должны выполнять только лица имеющие на это право.

Электрический ток, повышенное значение напряжения

ГЩУ по степени опасности поражения персонала электрическим током относится по ГОСТ 12.1.019-79 к помещениям с повышенной опасностью:

- повышенная влажность (более 75 %) или высокая температура (выше 35 °С);
- возможность одновременного соприкосновения человека с имеющими соединение с землей металлоконструкциями здания, механизмами с одной стороны и металлическим корпусом оборудования с другой стороны;
- токопроводящие полы.
- Для питания производственного оборудования ГЩУ применяется напряжение 220 В. Потребителями электроэнергии на ГЩУ являются:
- компьютер;
- пульт управления;
- шкафы управления.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и т. п. все электроустановки должны быть снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой

					Социальная ответственность	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

помощи в соответствии с Правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

Защитное заземление или зануление, в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81, должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

В соответствии с правилами устройства электроустановок выполнена защита электрооборудования, электропроводки (в том числе заземления) от механических воздействий, проникновения растворителей. При этом все ограждающие и закрывающие устройства обладают в соответствии с местными условиями достаточной механической прочностью. Устройства, предназначенные для защиты проводов и кабелей от механических повреждений, по возможности должны быть введены в машины, аппараты и приборы.

Источниками энергии на КС являются:

- высоковольтные подстанции энергетических систем, расположенных в районе КС;
- малые электростанции собственных нужд, приводом электрогенератора на которых является один из ГПА или специальная энергетическая ГТУ;
- аварийные аккумуляторы, используемые в случае аварии.

Исключение возникновения опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения достигается аварийных дизельных генераторов или передвижных автоматических электростанций. Станционная автоматика, осуществляет автоматическое переключать источники электроснабжения.

Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением

При несоблюдении правил безопасности при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудование работающее под высоким давлением обладает повышенной опасностью.

					Социальная ответственность	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Причинами разрушения или разгерметизации систем повышенного давления могут быть: внешние механические воздействия, старение систем (снижение механической прочности); нарушение технологического режима; конструкторские ошибки; изменение состояния герметизируемой среды; неисправности в контрольно-измерительных, регулирующих и предохранительных устройствах; ошибки обслуживающего персонала [41].

Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования, работающего под давлением, распространяются:

- работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа;
- на баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа;
- на цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50 °С превышает давление 0,07 МПа;
- на цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа создается периодически.

Основным требованием к конструкции оборудования работающего под высоким давлением является надежность обеспечения безопасности при эксплуатации и возможности осмотра и ремонта. Специальные требования предъявляются к сварным швам. Они должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации, располагаться вне опор сосудов. Сварные швы делаются только стыковыми.

Ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов должна быть возложена на специалиста, которому подчинен персонал, обслуживающий сосуды (начальник компрессорной, начальник участка, старший мастер участка и т. д.).

Пожаровзрывобезопасность на рабочем месте

Основными системами пожарной безопасности являются системы

					Социальная ответственность	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

В соответствии с противопожарными нормами НПБ 105-03 рабочее место сменного инженера по взрывопожарной и пожарной опасности имеет категорию В4 (твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы).

На ГЦУ имеется оборудование, изготовленное из пожароопасных материалов:

- ЭВМ;
- пульт управления;
- мебель (столы, стулья).

В соответствии с ППБ 01-2003 ГЦУ, где возможен пожар класса А, оснащен щитом пожарным ЩП-А с 2 ручными порошковыми огнетушителями вместимостью 5 л и массой огнетушащего вещества 4 кг. Помещения ГЦУ оборудованы системой стационарного пожаротушения в соответствии с СНиП 21-01-02 и НПБ 110-99:

- два выхода в производственных помещениях для эвакуации персонала;
- автоматическими установками пожарной сигнализации;
- автоматическими и неавтоматическими системами оповещения людей о пожаре.

Для ликвидации пожаров на территории КС имеется пожарная часть.

На каждом производственном участке, на видном месте вывешена табличка с указанием фамилии, имени, отчества и должности лица, ответственного за пожарную безопасность.

Производственная территория и помещения не должны загрязняться легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, а также мусором и отходами производства.

Эвакуация людей в соответствии с планом эвакуации при чрезвычайных ситуациях происходит согласно СНиП 21-01-02 через ближайший безопасный, с точки зрения места возникновения пожара, лестничный пролет на улицу.

					Социальная ответственность	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла.

5.3 Экологическая безопасность

Рассмотрим воздействие вредных факторов на окружающую среду и природоохранные мероприятия при выполнении работ по повышению эксплуатационной надежности газотурбинного газоперекачивающего агрегата типа ГПА-Ц-6,3 в таблице 5.

Таблица 5 - Вредное воздействие на окружающую среду и природоохранные мероприятия при выполнении работ по повышению эксплуатационной надежности газотурбинного газоперекачивающего агрегата типа ГПА-Ц-6,3.

Природные ресурсы и компоненты	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
1	2	3
	Засорение почвы производственными отходами	Приказом по предприятию назначается лицо, ответственное за сбор, временное хранение и организацию своевременного вывоза отходообразующихся в результате проведения работ. На участке должен проводиться постоянный контроль за состоянием рабочих емкостей и контейнеров с отходами. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям техники безопасности, санитарно-гигиеническим нормам и выше перечисленным инструкциям. Места сбора и накопления отходов должны быть оборудованы углекислотными огнетушителями, ящиками с песком, лопатой, войлоком, кошкой или асбестом.

Вода и водные ресурсы	Загрязнение сточными водами и мусором	Соблюдение согласованных мест расположения и границ площадок, расположенных от водоемов и водотоков на нормируемом расстоянии с целью исключения попадания загрязнений в поверхностные воды; Емкости с отработанными ГСМ должны временно храниться на специально отведенной площадке на металлических поддонах, с оборудованным герметичным бордюром. Который позволит предотвратить разлив хранящегося количества отходов ГСМ за пределы площадки.
		Обслуживание, ремонт, заправка техники осуществляется на специально оборудованных площадках. В случае возникновения нештатной ситуации, связанной с проливом ГСМ, места проливов зачищаются немедленно с помощью песка. Образующийся отход должен храниться в отдельном контейнере.
Воздушный бассейн	Выбросы природного газа; сжигание отходов производства; выхлопные газы ГТУ; выбросы пыли и токсичных газов из используемых машин и оборудования	Негативное воздействие ГКС на воздушный бассейн: - выбросы природного газа; - ремонтные работы; - сжигание отходов производства на ФУ; - выхлопные газы ГТУ Выхлопные газы представляют собой смесь продуктов сгорания с избыточным воздухом. Наиболее реальную угрозу представляют окислы азота. Сжигание топлива без образования окислов азота – важная задача. Для уменьшения выбросов окислов азота соблюдается оптимальный режим горения в камере сгорания, а также контролируется скорость прохождения через зону горения. Для уменьшения локальных нарушений микроклимата тепло должно рассеиваться в слоях атмосферы, удаленных от поверхности земли с помощью дымовых труб. Поддержание всего транспортного парка в исправном состоянии, осуществление постоянного контроля на соответствие

		требованиям нормативов уровня выбросов в атмосферу оксидов азота и окиси углерода в составе выхлопных газов и регулировка двигателей.
Животный мир	Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыбы других представителей животного мира, случайное уничтожение.	Для того чтобы обеспечить более высокий экологический уровень природопользования, позволяющий на порядок снизить ущерб животному миру, необходимо применение щадящих технологий при производстве работ и прогрессивных методов пользования ресурсами фауны, заключающихся в следующем: -ограничить применение техники с большим удельным давлением на грунт, разрушающим почвенный покров, а также подземные ходы, норы, убежища животных.

С целью минимизации и предупреждения вредного антропогенного воздействия должно быть выполнено следующее: проведены инструктажи обслуживающего персонала по вопросам соблюдения норм и правил экологической и противопожарной безопасности, требований санитарно-эпидемиологической службы, ознакомление его с особым режимом деятельности в водоохраных и санитарно – защитных зонах водотоков и водозаборов.

5.4 Безопасность при ЧС.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – внешне неожиданная, внезапно возникающая обстановка, характеризующаяся резким изменением установившегося процесса, оказывающая значительное отрицательное влияние на жизнедеятельность людей и окружающую среду. На КС возможно

возникновение следующих чрезвычайных ситуаций:

- разрыв газопровода и утечка газа на территории КС или узла подключения;
- пожар на территории КС;
- пожар на технологических установках;
- пожар в отсеке двигателя;
- пожар в отсеке нагнетателя.

Для предотвращения возникновения аварийных ситуаций необходимо:

- строгое соблюдение технологического процесса;
- строгое соблюдение правил техники безопасности, инструкций, нормативов по пожарной охране и промышленной санитарии;
- предотвращение образования взрывоопасных концентраций;
- своевременное проведение профилактических мероприятий и поддержание надёжной работы оборудования;
- контролировать правильность действий персонала, проверять уровень знаний и повышать квалификацию персонала.

Возможные чрезвычайные ситуации техногенного характера, способы предотвращения и борьбы с ними сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – анализ возможных чрезвычайных ситуаций

Наименование возможной ЧС	Условия возникновения ЧС	Возможные последствия ЧС	Способы и средства предотвращения	Меры по локализации
1	2	3	4	5
Воспламенение масла	Разрыв маслопровода, попадание масла на разогретые участки валопровода, проведение пожароопасных работ вблизи маслообъектов	Авария на агрегате, выход из строя системы защиты, пожар.	Контроль за плотностью маслопроводов, проведение пожароопасных работ при наличии средств	Использование пожарной сигнализации и средств пожаротушения, прекращение подачи масла на объект

					Социальная ответственность				Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					73

			пожаротушения	
Взрыв природного газа, используемого в качестве топлива	Утечка природного газа, наличие открытого источника пламени	Взрыв с разрушением несущих конструкций агрегата, пожар	Постоянный контроль за плотностью тракта, особый контроль при проведении ремонтов, запрет пожароопасных работ вблизи блока ТГ	Использование пожарной сигнализации и средств пожаротушения, прекращение подачи топливного газа. Расчет остекления помещения нагнетателя.
Короткое замыкание и возгорание кабелей	Мех. повреждения, попадание воды, износ проводки, чрезмерное нагружение электросети	Пожар на ГЩУ, авария генератора	Эксплуатация электропотребителей на ГЩУ, и кабелей генератора согласно утвержденным правилам	Использование пожарной сигнализации и средств пожаротушения, отключение от сети
Разрушение укрытия, повреждения оборудования или агрегата	Наводнение, сильный ветер, ураган	Поломка оборудования, взрывопожароопасная ситуация, повреждение линий связи	Прогноз погоды, оповещение персонала	Аварийный останов агрегата, разбор завалов, устранение повреждений
Скачок напряжения, короткое замыкание	Попадание молнии	Выход из строя САР, оборудования, пожар в укрытии агрегата	Профилактические работы согласно графику	Аварийный останов агрегата

При всех возникших ЧС персонал, не участвующий в ликвидации

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		74

последствий должен эвакуироваться согласно утвержденному плану. Кроме того, для снижения последствий той или иной аварии должно быть организовано систематическое обучение персонала КС действиям во время чрезвычайных ситуаций.

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 ГПА, собственных частот вибрации самого ГПА. По результатам данных расчетов можно судить, о наличии либо отсутствии дефектов в узлах ГПА.

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

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области									
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата										
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Заключение				Литера		Лист		Листов	
Пров		Валитова .Ю.									76		77	
Рук. ООП		Брусник О.В.							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б					

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 механизмов / 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 измерительной аппаратуры и практическая экспертиза / Н.А. Баркова, А.А. Борисов. – СПб.: Изд-во центр СПбГМТУ, 2009. – 111 с.

					Организация работ по проведению вибродиагностики на газоперекачивающем агрегате на примере объекта в Кемеровской области										
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата											
Разраб		Вагайцев В.Ю.			Список литературы					Литера		Лист		Листов	
Пров		Валитова .Ю.										77		77	
Рук. ООП		Брусник О.В.								Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б					