

Приложение 3

*Приложение 1.2.1 к ОПОП-П по специальности
15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация
и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ
МДК.02.01 ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
для обучающихся специальности
15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного
оборудования (по отраслям)**

Оглавление

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	5
Практическая работа № 1	5
Практическая работа № 2.....	9
Практическая работа № 3	12
Практическая работа № 4	17
Практическая работа № 5	20
Практическая работа № 6	22
Практическая работа № 7.....	23
Практическая работа № 8	26
Практическая работа № 9	27
Практическая работа № 10.....	28
Практическая работа № 11.....	29
Практическая работа № 12.....	30
Практическая работа № 13.....	32
Практическая работа № 14.....	34

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебного модуля «Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования» предусмотрено проведение практических занятий. В рамках практического занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- выбирать эксплуатационно-смазочные материалы для технического обслуживания оборудования;
- пользоваться контрольно-измерительным инструментом;
- выполнять эскизы деталей при ремонте;
- определять способы обработки деталей;
- обрабатывать детали в целях восстановления работоспособности оборудования ручными механизированным способом;
- пользоваться нормативной и справочной литературой;
- разрабатывать схему и карту смазывания промышленного оборудования отрасли;
- определять техническое состояние деталей, узлов и механизмов, оборудования;
- производить наладочные, крепежные, регулировочные работы.

Содержание практических ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями**:

ПК 2.1.1. Проводит дефектацию механизмов обслуживаемого оборудования

ПК 2.1.2 Разбирает и собирает механизмы обслуживаемого оборудования

ПК 2.1.3 Проводит диагностику обслуживаемого оборудования

ПК 2.2.1 Участвует в разработке дефектной ведомости на обслуживаемое оборудование

ПК 2.2.2 Участвует в разработке технологической карты на осуществление работ

ПК 2.2.3 Выполняет рабочий чертеж деталей обслуживаемого оборудования

ПК 2.3.1 Контролирует соблюдения бригадой требований производственно-технологической и нормативно-технической документации, инструкций по эксплуатации производственного оборудования

ПК 2.3.2 Организует работу персонала для проведения контроля взаимного расположения узлов и деталей простого оборудования

ПК 2.3.3 Планирование, определение производственных задач бригады, распределение трудовых ресурсов и рабочего времени рабочих бригады слесарей-ремонтников

А также формированию **общих компетенций**:

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи

ОК 01.2	Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.
ОК 02.1	Определяет задачи и источники поиска в заявленных условиях
ОК 02.2	Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации
ОК 02.3	Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач
ОК 03.1	Владеет содержанием актуальной нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности, современной научной профессиональной терминологией
ОК 04.1	Планирует деятельность членов команды и распределяет роли.
ОК 04.2	Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности
ОК 05.2	Оформляет документы о профессиональной тематике на государственном языке
ОК 07.1	Осуществляет профессиональную деятельность в соответствии с нормами экологической безопасности, правилами по охране труда и технике безопасности в профессиональной деятельности
ОК 09.3	Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике

Выполнение обучающихся практических работ по учебному модулю «Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
 - формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
 - развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
 - выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.
- Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 1

Составление кинематических схем промышленного оборудования

Цель:

1. Изучить основные условные обозначения на кинематических схемах промышленного оборудования
2. Научиться составлять кинематические схемы промышленного оборудования

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- уметь составлять кинематические схемы промышленного оборудования;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: не требуется

Задание

1. Изучить основные условные обозначения на кинематических схемах промышленного оборудования.

2. Составить кинематические схемы промышленного оборудования (по указанию преподавателя).

Порядок выполнения задания

1. Изучить основные условные обозначения на кинематических схемах промышленного оборудования.
2. Получить бланк технологической карты у преподавателя и наименование машины.
3. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную марку машины.
4. Составить кинематические схемы промышленного оборудования (по указанию преподавателя).
5. Заполнить технологическую карту по образцу (таблица 1)

Общие сведения

Кинематическая схема – это схема, на которой показана последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам машины и из взаимосвязь.

На кинематических схемах изображают только те элементы машины или механизма, которые принимают участие в передаче движения без соблюдения размеров и пропорций.

Все элементы на схеме обозначают условными графическими обозначениями согласно ГОСТ 2.770-68 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах.

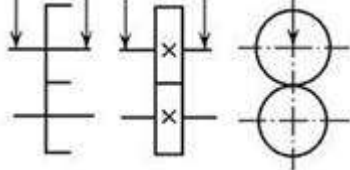
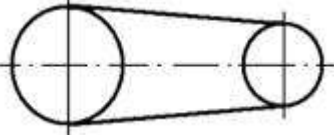
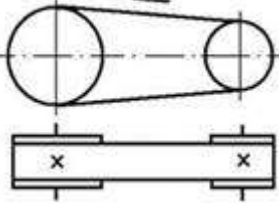
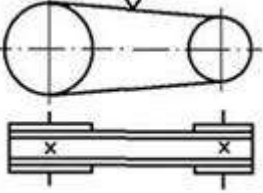
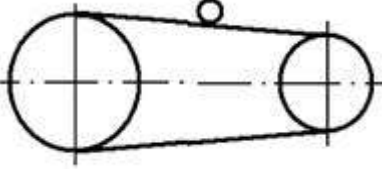
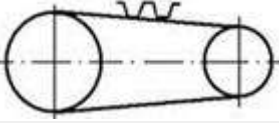
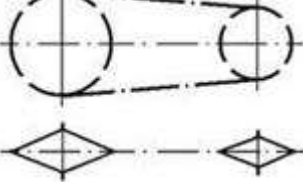
Кинематические схемы выполняют в соответствии с требованиями

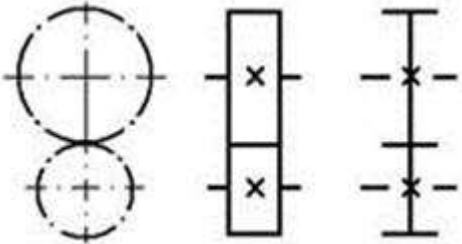
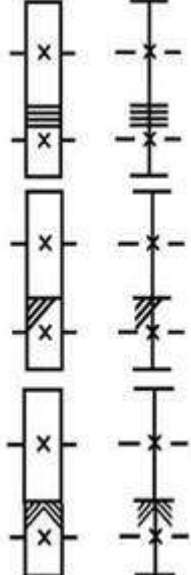
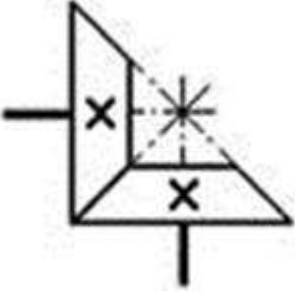
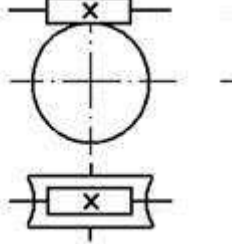
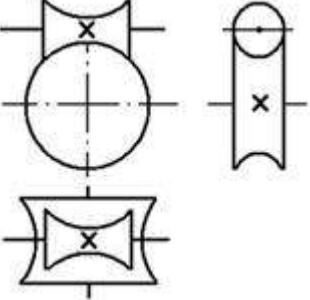
ГОСТ 2.703-2011 ЕСКД Правила выполнения кинематических схем.

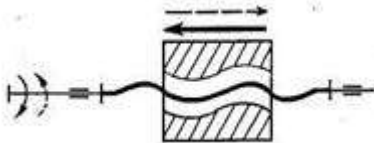
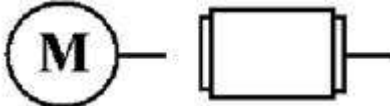
Читать кинематическую схему начинают от двигателя, как источника движения всех подвижных деталей механизма. На схеме он обозначается, как правило, окружностью с буквой М в середине.

Определяя последовательно по условным обозначениям каждый элемент кинематической цепи, устанавливают его назначение и характер передачи движения.

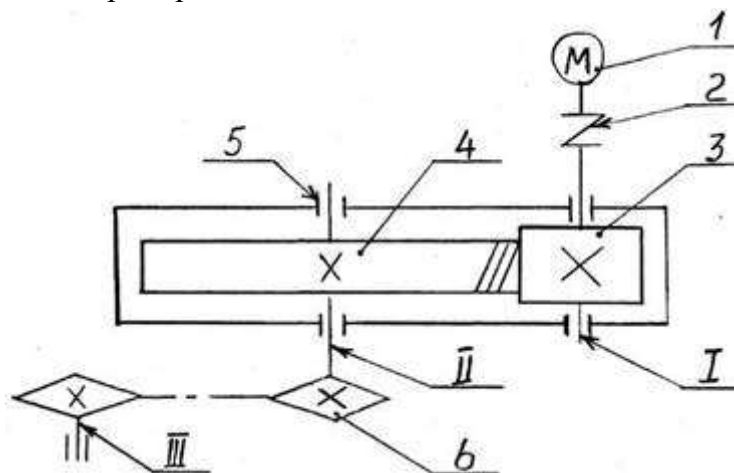
Основные условные обозначения

Наименование	Обозначение
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.	
Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа)	
Муфта. Общее обозначение без уточнения типа	
Передачи фрикционные: а) с цилиндрическими роликами	
Передача ремнем без уточнения типа ремня	
Передача плоским ремнем	
Передача клиновым ремнем	
Наименование	Обозначение
Передача круглым ремнем	
Передача зубчатым ремнем	
Передача цепью, общее обозначение без уточнения типа цепи	

Передачи зубчатые (цилиндрические): а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
б) то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
Передачи зубчатые с пересекающимися валами, конические	
Наименование	Обозначение
Передачи зубчатые со скрещающимися валами: а) червячные с цилиндрическим червяком	
б) червячные глобоидные	

Передача винт-гайка	
Электродвигатель	

Пример описания кинематической схемы:



Вращательное движение от электродвигателя 1 через муфту(упругую) 2 передается на вал I с зубчатым колесом 3 (обычно это шестерня), которое зацепляется с зубчатым колесом 4 второго вала II. Зубчатая передача является цилиндрической косозубой и расположена в корпусе 5. На вал II насажен звездочка 6 цепной передачи. С помощью цепи движение передается на выходной вал III через вторую звездочку. Опорами валов являются подшипники.

Критерии оценки:

Правильность заполнения бланка

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 2 Чтение технической документации

Цель:

1. Научиться извлекать информацию из технической документации оборудования.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- Извлекать информацию из технической документации оборудования.

Материальное обеспечение:

Не требуется

Оборудование: ПК, не требуется

Задание:

В соответствии с полученным заданием произвести анализ технической документации оборудования.

Краткие теоретические сведения:

Введение

Читать техническую документацию профессионально значит уметь грамотно интерпретировать представленные материалы, соблюдать принципы построения и формы подачи информации, предусмотренные государственными стандартами и нормами. Особенно важны две ключевые государственные системы стандартизации: Единая Система Конструкторских Документов (ЕСКД) и Единая Система Технологической Документации (ЕСТД). Эти системы определяют форматы представления всех видов проектной, производственной и эксплуатационной документации.

Основы чтения технической документации

Определение типов документов

Согласно ЕСКД и ЕСТД, различают следующие виды документов:

Конструкторская документация:

Чертёж общего вида (ВО)

Сборочный чертёж (СБ)

Спецификация

Пояснительная записка (ПЗ)

Технологическая документация:

Маршрутная карта (МК)

Операционная карта (ОК)

Карта технологического процесса (ТП)

Эти документы служат основой проектирования, разработки технологий производства и последующей эксплуатации изделия.

Форматирование и оформление документов

Стандарты ЕСКД и ЕСТД строго регулируют формулы и оформление документации. Вот некоторые важные элементы, встречающиеся практически во всех документах:

Номер стандарта (например, ГОСТ 2.104–2006),

Название документа,
Листы формата А4 (или другой стандартный размер),
Шрифты: Times New Roman (для основного текста), Arial (для надписей и подписей),
Интервал между строками (обычно полуторный или одинарный),
Поля страницы (верхнее, нижнее, левое, правое),
Специальные знаки и символы (например, Ø для диаметра, ± для допусков и отклонений).
Как читать техническую документацию?

Чтобы освоить искусство чтения технической документации, необходимо последовательно изучить каждый элемент документа, соблюдая стандартные процедуры.

Чтение чертежей и схем

Чертежи являются важной частью технической документации. Согласно ЕСКД, порядок их составления и исполнения чётко определен:

Графические объекты имеют строгие масштабы (например, 1:1, 1:2, 2:1);

Надписи выполняются прописью с соблюдением установленных норм шрифта и размера букв;

Размеры указывают на чертеже, допуская минимальное количество пояснений и сокращённых записей.

Например, при рассмотрении сборочного чертежа обратите внимание на номера позиций деталей и соответствующие размеры. Такие же принципы применяются к электрическим схемам и другим видам графической документации.

Разбор спецификаций и перечней

Разобраться в сложных конструкциях помогает спецификация, содержащая полную номенклатуру составных частей изделия. Спецификацию составляют согласно стандартам ЕСКД (например, ГОСТ 2.106–2013):

Каждая позиция имеет уникальный номер и название элемента;

Указываются количества, материалы, классы точности и другие необходимые параметры.

Важно помнить, что спецификация должна соответствовать сборке и сопровождать её на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Изучение технологических карт

Технологические карты представляют собой важнейший инструмент производственного процесса. Они включают последовательные операции, используемые инструменты и оборудование, нормы времени и контроль качества. Документ составляется согласно стандартам ЕСТД (например, ГОСТ 3.1104–2013):

Операции перечисляются последовательно от начала до конца процесса;

Обязательно наличие информации о режимах обработки, инструментах и оснастке;

Оперативные переходы обеспечивают точность и качество выполняемых работ.

Рекомендации по практическому применению

Перед работой внимательно ознакомьтесь с общим содержанием документа и порядком действий.

Проверьте правильность ссылок и полноту представленной информации.

Обратитесь к дополнительным источникам, если возникают неясности или сомнения.

Соблюдайте требования нормативных документов и стандартов.

Заключение

Умение быстро и точно читать техническую документацию — ключевой навык инженера и любого специалиста, связанного с производством и проектированием. Грамотное владение знаниями и правилами, установленными системами ЕСКД и ЕСТД, обеспечит качественное

выполнение профессиональных обязанностей и повысит вашу компетентность в своей области деятельности.

Критерии оценивания:

- устный опрос

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 3

Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Система ТОиР

Цель: иметь представление о программе Sike Слесарь-ремонтник.

Выполнив работу, Вы будете:

- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу, выбирать и использовать уместные цифровые средства, приложения и ресурсы для постановки и решения задачи\проблемы;
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- применять современную научную профессиональную терминологию;
- читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;
- оценивать информацию/данные на достоверность и релевантность сравнения нескольких источников информации;

Материальное обеспечение:

Интернет – тренажёр Sike «Слесарь – ремонтник» «Система ТОиР

Оборудование: ПК, Электронный курс: Слесарь-ремонтник:техническое обслуживание и ремонт оборудования (СДО версия)

Задание:

Изучить теоретический материал. Пройти тестирование в программе.

Краткие теоретические сведения:

Компания SIKE с 2006 года разрабатывает электронные курсы, учебные компьютерные и комплексные тренажеры, VR и AR-тренажеры для профессиональной подготовки студентов и кадров.

Компанией SIKE разработано более 600 обучающих систем, которые внедрены и успешно используются в крупнейших предприятиях и обучающих организациях Европы и Азии.

Программное обеспечение «SIKE Электронный курс» позволяет проводить теоретическую интерактивную подготовку и аттестацию специалистов.

Программное обеспечение подходит для:

- Самостоятельного обучения в компьютерном классе.
- Использования в качестве наглядных материалов на лекционных занятиях.

Электронные курсы SIKE ежегодно попадают в ТОП-15 лучших электронных курсов России.

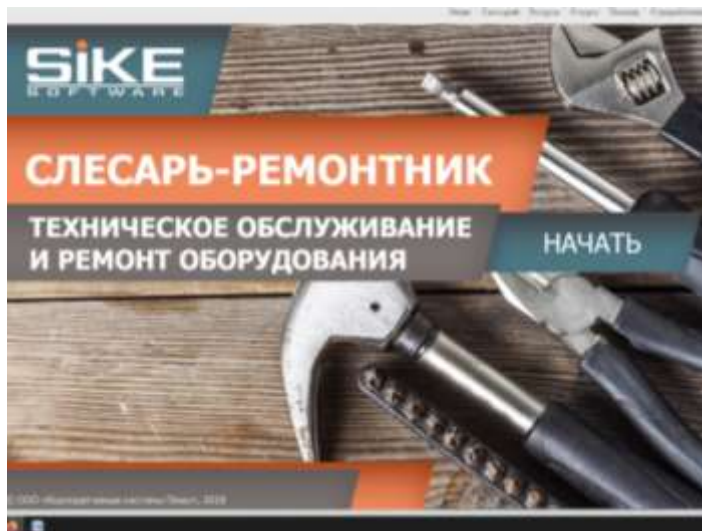
Обучающие решения SIKE обладатели премий: «Лучший обучающий продукт в VR», «Лучший курс по развитию навыков», «Лучший отраслевой практико-ориентированный тренажер», «Лучшее решение для превышения профессиональных компетенций».

Ключевая компетенция - разработка комплексных решений для подготовки специалистов по рабочим профессиям: от теории с использованием электронных курсов, до полноценных тренажеров-симуляторов, позволяющих отработать профессиональные навыки.

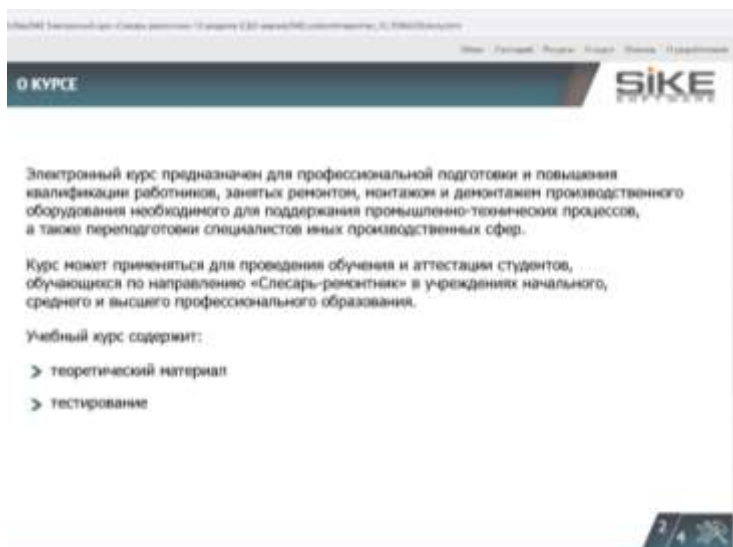
Все это в комплексе дает возможность не только сформировать необходимые компетенции по ключевым специальностям, но и использовать данные решения как оценочные средства при проверке сотрудников на соответствие требованиям профессиональных стандартов.

I. Основные этапы работы

1-й этап. Открытие ссылки и ознакомление с темой



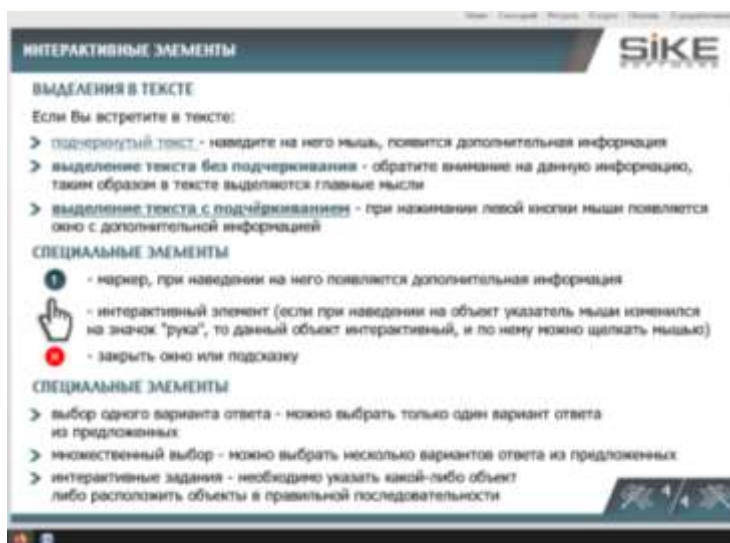
2-й этап. Начало работы, ознакомление с курсом



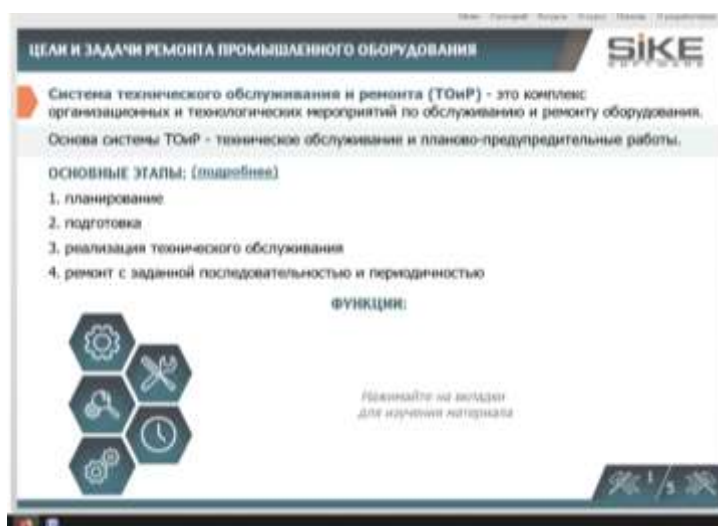
3-й этап. Инструкция по навигации в программе



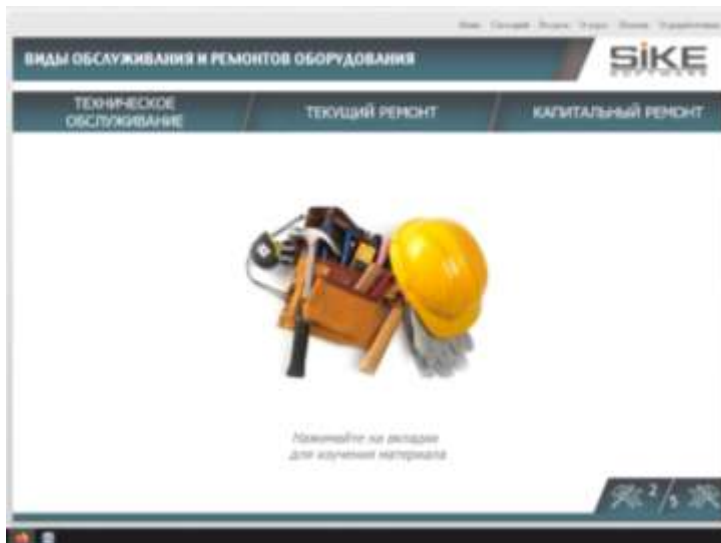
4-й этап. Виды и примеры элементов



5-й этап. Теоретический материал



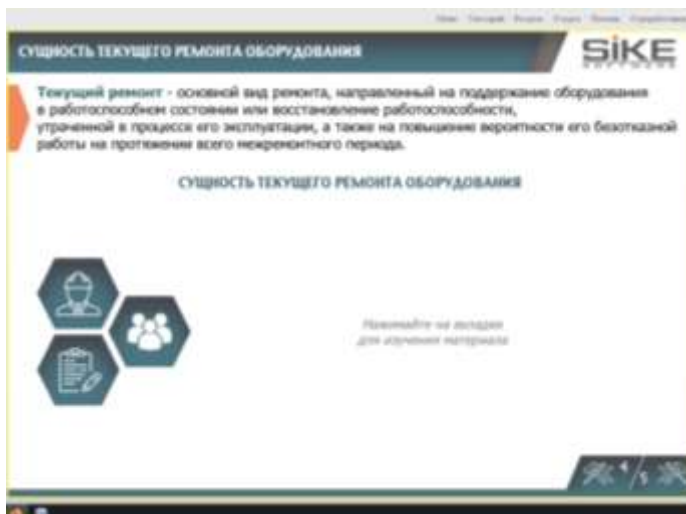
6-й этап. Ознакомление с теоретическим материалом



7-й этап теоретический материал, задачи, виды



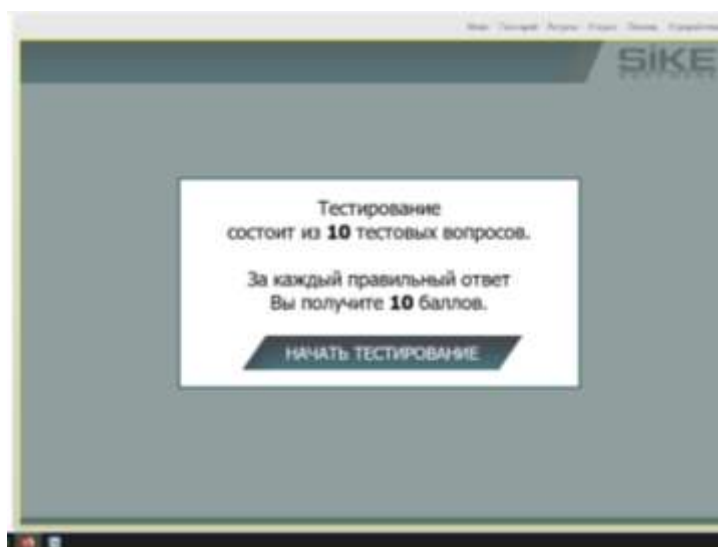
8-й этап. Ознакомление с теоретическим материалом



10-й этап. Теоретический материал, выбор дополнительной информации



11-й этап. Прохождение теста по пройденному материалу



Критерии оценки: правильность выполнения итогового тестирования

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 4

Выбор марки минерального масла в подшипники

Цель:

Изучить методику выбора смазочного материала для подшипников качения.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- Выбирать смазочный материал для подшипников качения.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал. Литература

Оборудование: не требуется

Задание

Изучить справочный материал, выданный преподавателем.

Подобрать смазочный материал для подшипников.

Порядок выполнения работы

Изучить теоретический материал

Подобрать смазочный материал для подшипников по заданию, выданному преподавателем.

Общие сведения

Основным свойством минеральных масел, определяющим возможность реализации режима жидкостной смазки, является вязкость. Поэтому выбор марки минерального масла основывается на расчете требуемой вязкости при рабочей температуре узла трения.

Для практики эксплуатации подшипников скольжения необходимую вязкость можно определять из зависимости

$$\eta_t = So \cdot \frac{p_a \cdot \psi^2}{\omega}, \quad (9.1)$$

где η_t - динамическая вязкость при рабочей температуре,

Па · с ;

So - безразмерная величина, число Зоммерфельда;

$p_a = \frac{P}{d \cdot l}$ - номинальное давление, Па;

ω - угловая скорость, рад/с;

$\psi = \Delta / d$ - относительный диаметральный зазор;

d - диаметр вала, м;

l — длина втулки подшипника, м;

Δ — диаметральный зазор, м;

P - нагрузка на подшипник, Н.

Значение числа Зоммерфельда So для различных значений l/d - отношения длины к диаметру подшипника находится из зависимостей:

$$l/d = 1.0..2.0 \quad So = \frac{0,35}{0.43 l/d + 0.24} \quad (9.2.)$$

$$l/d = 0.75..1.0 \quad So = \frac{0,35}{0.8 l/d - 0.24}; \quad (9.3.)$$

Для подшипника скольжения величина относительного зазора ψ находится из соотношения

$$\psi = \psi_{cp} = (\Delta_{min} + \Delta_{max}) / 2d, \quad (9.4.)$$

где $\Delta_{min}, \Delta_{max}$ - минимальный и максимальный зазоры в поле допуска принятой посадки, м.

Средняя рабочая температура масла в подшипнике скольжения определяется из зависимости:

$$t_p = t_{ex} + a * P / 2d^2, \quad (9.5)$$

где t_{ex} - температура масла, входящего в подшипник. Принимается равной 40...60°C, в зависимости от возможности теплоотвода и нагруженности узла трения.

a - коэффициент, значение которого определяется из зависимости (2.6) при давлении подаваемого в подшипник скольжения масла 0,3 МПа.

$$a = 11,3 \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^{-1,8} \cdot \left(2,8 - \frac{l}{d}\right)^{-1}; \quad (9.6.)$$

При износе подшипника давление масла падает, и при его снижении менее 0,1 МПа значение коэффициента a возрастает в 1,5 раза, что ведет к снижению вязкости минерального масла.

По значению вязкости смазочного материала при рабочей температуре t_p , по зависимости (2.7) находится вязкость при эталонной температуре $t_3 = 40^\circ\text{C}$.

$$\eta_{t_3} = \eta_{t_p} \cdot \left(\frac{t_p}{t_3}\right)^n; \quad (9.7.)$$

значение коэффициента « n » находится из зависимости

$$n = \frac{0,9 + \lg v_p}{2,8 - \lg t_p}; \quad v_p = \frac{\eta_p}{\rho} \quad (9.8.)$$

где, v_p - кинематическая вязкость масла при рабочей температуре;

ρ — плотность смазочного материала, принимается равной 0,9 г/мм³

По полученному значению кинематической вязкости при эталонной температуре из табл. 1 и 2 прил. выбирается необходимая марка смазочного материала

Критерии оценки:

Правильность расчётов

Оценка «отлично» ставится:

—ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

—Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

—Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после

наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 5

Выбор марки минерального масла в зубчатые зацепления

Цель:

Изучить методику выбора смазочного материала для зубчатого зацепления.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- Выбирать смазочный материал для зубчатого зацепления.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал. Литература

Оборудование: не требуется

Задание

Изучить справочный материал, выданный преподавателем.

Подобрать смазочный материал для зубчатого зацепления.

Порядок выполнения задания

Изучить теоретический материал

Подобрать смазочный материал для зубчатого зацепления по заданию, выданному преподавателем.

Общие сведения

На выбор марки минерального масла для зубчатых передач оказывают влияние: температурный режим (50...130 °С), окружная скорость, нормальные контактные напряжения в зоне контакта, твердость и состояние контактирующих поверхностей.

Как правило, для легко- и средненагруженных зубчатых передач применяют индустриальные масла без присадок.

В легко нагруженных зубчатых зацеплениях нормальные контактные напряжения не превышают 800 МПа при окружной скорости до 100 м/с, в средненагруженных зубчатых зацеплениях соответственно 1200 МПа и 10 - 15 м/с. В более тяжелых условиях работы, используют индустриальные масла с противоизносными и противозадирными присадками табл.2

Определение необходимой вязкости минерального масла для стальных зубчатых передач производится по графику на рис. 2.2. в зависимости от параметра X

$$X = \frac{HV \cdot p_{\max}^2}{\nu \cdot 10^5}; \quad (10.1.)$$

где HV - твердость по Виккерсу, МПа;

$p_{\max}$ - максимальное нормальное контактное напряжение, МПа;

ν - окружная скорость, м/с.

Для нахождения твердости по Виккерсу, зная значение твердости по Роквеллу, можно пользоваться зависимостью:

$$HV = 1,86 \cdot 10^6 \cdot (110 - HRC)^{-2}; \quad (10.2.)$$

Наибольшее нормальное контактное напряжение для:
цилиндрических прямозубых зацеплений

$$p_{\max}^2 = 9,5 \cdot 10^4 \frac{(u+1)^3 \cdot K \cdot M_k}{u^2 \cdot A^2 \cdot b}; \quad (10.3.)$$

цилиндрических косозубых и шевронных зацеплений

$$p_{\max}^2 = 7,5 \cdot 10^4 \frac{(u+1)^3 \cdot K \cdot M_k}{u^2 \cdot A^2 \cdot b}; \quad (10.4.)$$

конических зацеплений

$$p_{\max}^2 = 5,3 \cdot 10^6 \frac{u \cdot K \cdot M_k}{d_{ek}^3}, \quad (10.5)$$

где, u - передаточное число;

A - межцентровое расстояние, м;

b - ширина зубчатого венца, м;

d_{ek} - диаметр внешней делительной окружности (на дополнительном конусе), м;

k - коэффициент, равный 1,3...1,5 (меньшие значения следует выбирать при расположении колес на валах, близком к симметричному; большие значения - при несимметричном расположении колеса);

M_k - крутящий момент на колесе, МН · м

Критерии оценки:

Правильность расчётов

Оценка «отлично» ставится:

—ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

—Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

—Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

—Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 6

Составление схемы и карты смазывания для промышленного оборудования

Цель:

Изучить методику составления карты смазывания

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- Составлять схему карты смазывания.

.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: не требуется

Задание

Изучить методику составления карты смазывания

Составить карту смазывания.

Порядок выполнения задания

Получить кинематическую схему оборудования у преподавателя;

Определить точки смазывания

Подобрать смазочный материал для точек смазывания:

Критерии оценивания: правильность составления карты смазывания

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 7

Разбор и дефектация редуктора

Цель: Научится составлять дефектную ведомость и ознакомиться с возможными неполадками цилиндрического редуктора.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

составлять дефектную ведомость;

определять возможные неполадки цилиндрического редуктора.

Оборудование: не требуется

Теоретические сведения

Большие компании периодически проводят специальные обследования на предмет осмотра и проверки числящегося на балансе оборудования. Для этого отдельным приказом от лица руководителя компании создается **комиссия в количестве от двух человек**. Члены комиссии должны обладать определенным уровнем квалификации, знаниями и навыками, необходимыми для того, чтобы точно определить тип поломки и те действия, которые необходимо предпринять, чтобы исправить оборудование, устройство или какую-либо иную товарно-материальную ценность.

Как правило, членами комиссии становятся специалисты технического отдела, сотрудники бухгалтерии и представители того структурного подразделения, к которому относится поврежденный объект.

Порядок проведения процедуры

Исследование является визуальным и достаточно поверхностным, никаких особых экспертиз и глубоких проверок в процессе него не проводится, более тщательный контроль осуществляется только при необходимости.

Правила составления дефектной ведомости

На сегодня нет унифицированного образца дефектной ведомости, обязательного к применению, поэтому составляться она может по шаблону, разработанному внутри предприятия и утвержденному в учетной политике фирмы или в свободной форме. Тем не менее, есть ряд значений, которые отразить в ней необходимо. Это:

- название компании,
- дата и номер составления ведомости,
- всё, что касается самого объекта.

К параметрам последнего относится его наименование (оно должно совпадать с тем названием, под которым объект числится на балансе предприятия), выявленные дефекты или поломки, желательно с указанием причин их появления – это входит в компетенцию обслуживающего специалиста, а также работы, которые требуется провести для их устранения

– это часть функционала сотрудника ремонтного цеха (если таковой имеется на предприятии). Данный раздел ведомости должен быть оформлен в виде таблицы.

При необходимости в документ следует внести ссылки на всевозможные приложения (фото и видео свидетельства, дефектный акт и т.п.).

Ошибки, допущенные в ведомости, можно исправлять, аккуратно зачеркнув их и сверху

написав корректную информацию, заверенную подписью ответственного лица и поставив дату исправления. Однако, наиболее предпочтительный способ – при возможности заново составить и подписать документ.

Правила оформления документа

Ведомость может быть оформлена на стандартном листе формата А4 или на фирменном бланке организации – это роли не играет, при этом она может быть написана как от руки, так и в печатном виде. Составляется она обычно **в нескольких экземплярах** – по одному для каждой из заинтересованных сторон. Все копии должны быть подписаны членами комиссии, а также утверждены подписью руководителя компании.

Проштамповывать ведомость не обязательно, т.к. она относится к внутренней документации фирмы, кроме того, с 2016 года юридические лица законодательно освобождены от обязанности использовать в своей деятельности печати и штампы.

После утраты актуальности, ведомость передается на хранение в архив предприятия, где содержится на протяжении времени, требуемого по закону или установленного внутренними правилами организации.

Образец составления дефектной ведомости

1. Вверху слева или справа (это значения не имеет) отводится несколько строк под утверждение руководителем предприятия. Сюда вписываются:

- его должность (директор, генеральный директор),
- фамилия, имя, отчество,
- полное название компании.

2. Затем посередине строки пишется наименование документа и его номер по внутреннему документообороту, ниже – населенный пункт, в котором зарегистрирована фирма, и дата составления ведомости.

3. Далее идет основная часть. Она формируется в виде таблицы,

- в первый столбик которой вносится порядковый номер,
- во второй – дефекты и повреждения, обнаруженные в ходе обследования,
- в третий – требуемые меры по их устранению,
- в четвертый – сроки, в которые повреждения должны быть исправлены.

4. В завершение документ подписывают члены комиссии, участвовавшие в осмотре оборудования, устройства или товарно-материальной ценности, с указанием их должностей и расшифровкой автографов.

На что обратить внимание при составлении ведомости

Поскольку «дефектовка» является важным документом, имеющим значение для контролирующих органов и для юристов в случае возникновения споров, ее составлению нужно уделить особое внимание.

1. Марка автомобиля, названия деталей, наименование ремонтной организации должны быть приведены без сокращений.

2. Ведомость должна сопровождаться приложениями – документами на приобретение деталей, выполнение отдельных видов работ подрядчиками и т.п.

3. Документ должен быть обязательно заверен подписью ответственного лица, а также руководителя или бухгалтера. Обязательна подпись владельца авто об ознакомлении.

4. Исправления и ошибки не допускаются.

5. Документ должен иметь номер, который регистрируется в реестре «первички».

Заполнять ведомость следует от руки черной или синей пастой.
Пример составления дефектной ведомости:

Утверждаю
 Начальник отдела
 механизации порта
 " " 20 г.

Дефектная ведомость

(наименование и инвентарный номер машины, категория ремонта)

Наименование составной части и дефекта	Количество	Состав работ по устранению дефекта	Примечание
Редуктор поворота, износ червяка	1	Замена червяка	

Групповой механик _____
 Групповой электромеханик _____

Критерии оценки:

Правильность составления дефектной ведомости.

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 8

Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Смазочные материалы»

Цель: дать представление об операциях смазывания.

Выполнив работу, Вы будете:

Иметь представление об операциях смазывания.

Материальное обеспечение:

Интернет –тренажёр Sike «Слесарь-ремонтник: смазочные материалы (СДО версия)»

Оборудование: ПК, Электронный курс: Слесарь-ремонтник: смазочные материалы (СДО версия)

Задание:

Изучить теоретический материал, представленный программой Sike. Пройти тестирование в программе.

Критерии оценки: правильность выполнения итогового тестирования

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 9

«Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Редуктора»

Цель: дать представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при капитальном ремонте редуктора.

Выполнив работу, Вы будете:

иметь представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при капитальном ремонте редуктора.

Материальное обеспечение:

Интернет –тренажёр Sike «Слесарь-ремонтник: редукторы-общие сведения(СДО версия)»

Оборудование: ПК, Электронный курс: Слесарь-ремонтник: редукторы-общие сведения(СДО версия)

Задание:

Изучить теоретический материал, представленный программой Sike. Пройти тестирование в программе.

Критерии оценки: правильность выполнения итогового тестирования

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 10

Работа в программе МУП Общепромышленные редуктора

Цель: дать представление о конструкции общепромышленного редуктора.

Выполнив работу, Вы будете:

иметь представление о конструкции общепромышленного редуктора

Материальное обеспечение:

Программа МУП Общепромышленные редуктора

Оборудование: Мультимедийная учебная программа «Общепромышленные редукторы»

Задание:

В программе МУП Общепромышленные редуктора произвести он-лайн разбор редуктора по заданию преподавателя

Пройти тестирование

Критерии оценки: правильность выполнения итогового тестирования

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 11 Проведение ультразвуковой дефектоскопии

Цель: дать представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при ультразвуковой диагностике.

Выполнив работу, Вы будете:

иметь представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при капитальном ремонте редуктора.

Материальное обеспечение:

Методические указания и инструкции, поставляемые с оборудованием.

Оборудование: Ультразвуковой дефектоскоп

Задание:

Изучить теоретический материал, представленный в лекции-2 тема 1.3.. Провести процедуры настройки и поверки ультразвукового дефектоскопа.

Критерии оценки: правильность выполнения процедур

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 12

Исследование работы редуктора под нагрузкой

Цель: Получить практические навыки разборки редуктора; дефектации деталей, сборки и оценки качества редуктора.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

разбирать, собирать редуктор;
производить дефектацию деталей редуктора.

Оборудование: редуктор двухступенчатый (на усмотрение преподавателя может быть заменен на другой тип редуктора); гаечные ключи; щуп, свинцовая проволока для выжимок; съемник механический, микрометр, штангенциркуль и другие инструменты, необходимые для выполнения обмеров.

Порядок выполнения работы:

1. Установить редуктор на рабочее место.
2. Разобрать редуктор, замерив толщину прокладок под крышкой и величину зазора на регулировку осевого зазора в конических подшипниках.
3. Произвести подетальную дефектацию, результаты отразить в таблице 1.
4. Собрать редуктор, произведя проверку зубчатого зацепления.

Краткие теоретические сведения

Технологический процесс разборки определяется видом ремонта (текущий, средний, капитальный) и конструкцией механизма. Каждому виду ремонта соответствует определенный объем разборочных работ.

В большинстве случаев разборку следует начинать со снятия ограждения, крышек, закрывающих доступ к разбираемым узлам. Затем снимаются цепные и ременные передачи, расчленяются машины на узлы, демонтируются отдельные детали, связанные или крепящие узлы. Узлы снимаются по возможности нерасчлененными, так как их можно разобрать на отдельном рабочем месте. После этого отвинчивают болты, шпильки, гайки, распрессовывают штифты, удаляют шплинты. В первую очередь следует снимать контрольные штифты и шпильки, определяющие первоначальную точность основной детали узла.

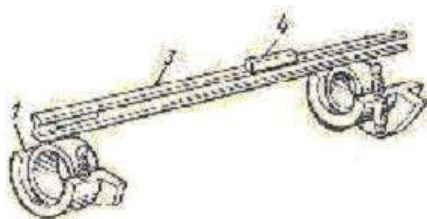
Для разборки и сборки редуктора и его узлов необходимо применять специальные инструменты и приспособления.

Перед разборкой редуктора необходимо обеспечить:

- место для укладки деталей;
- измерительный и рабочий инструмент;
- расходный и притирочный материал;
- замерить необходимые зазоры. При разборке редуктора следует: проверить и при необходимости восстановить маркировку деталей;
- снятые узлы и детали тщательно очистить и осмотреть с целью выявления износа, трещин, задиров, следов коррозии и других дефектов.

Для контроля состояния узлов и деталей применяют лупу, мелокеросиновую пробу, дефектоскопию.

При сборке зубчатых колес необходимо обеспечить нормальные боковой и радиальный зазоры для предотвращения заклинивания зубьев вследствие нагрева передачи и правильное



зацепление зубьев. Сборку зубчатых передач начинают с проверки взаимного положения валов и осей передачи. Соосность посадочных мест под подшипники валов проверяют линейкой с уровнем (рисунок 1), параллельность валов (межцентровое расстояние) штихмасом.

Рисунок 1.

Посадку зубчатых колес на вал производят с небольшим натягом, торцовое биение должно быть в пределах 0,1-0,15 мм. Радиальный и боковой зазоры проверяют с помощью щупа или свинцовой проволоки (рисунок 2).

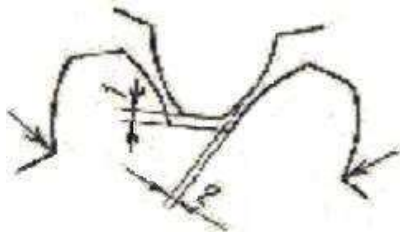


Рисунок 2

Заканчивают проверку зубчатого зацепления осмотром отпечатков краски в местах контакта зубьев.

Не допускается перекоса и перенапряжения деталей.

Содержание отчета

1. Наименование, цель работы и применяемое оборудование.
2. Описание редуктора.
3. Результаты измерений занести в таблицу 4.

Дефектная ведомость на капитальный ремонт редуктора Таблица 1

Наименование узла, детали	Кол-во деталей	Действительный размер	Описание дефекта	Наименование работ при ремонте	Примечание
1	2	3	4	5	6

4. Дать заключение о состоянии редуктора.

Критерии оценки: правильность выполнения процедур

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 13

Разработать алгоритм восстановления зубчатого колеса

Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: не требуется

Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритм восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритм авосстановления детали технологических машины (таблица 1)

Общие сведения

Актуальность

В процессе работы на зубья действуют силы передаваемой нагрузки и силы трения. Для каждого зуба напряжения изменяются во времени по прерывистому отнулевому циклу. Повторно-переменные напряжения являются причиной усталостного разрушения зубьев: их поломки и выкрашивания рабочих поверхностей. Трение в зацеплении вызывает изнашивание и заедание зубьев.

Критерии оценки:

Правильность заполнения бланка

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 1.3 Регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования

Практическая работа № 14

Разработать алгоритм восстановления вала

Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: не требуется

Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритма восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритме восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритма восстановления детали технологических машины (таблица 1)

Общие сведения

Актуальность

Детали типа «вал» или «ось» присутствуют в любом механизме и играют важную роль в обеспечении функциональной работоспособности узлов и агрегатов. В процессе работы валы и оси подвергаются эксплуатационным нагрузкам, в результате чего могут возникать дефекты, основные из которых приведены в статье. Существующие способы устранения дефектов валов и осей имеют свои особенности, которые необходимо учитывать при выборе технологии ремонта и восстановления. Ключевые слова: дефект, ремонт, восстановление, наплавка, напыление, гальваническое осаждение, полимерные композиции.

К деталям типа «вал» относят детали машин, предназначенные для передачи крутящего момента и восприятия действующих сил со стороны расположенных на нём деталей и опор. На валу закрепляются шкивы, зубчатые колеса, маховики и т. п. Некоторые из этих деталей, называемые ведущими, получают вращательное движение от постороннего источника энергии (двигателя). К другим деталям вращение передается валом. Они называются ведомыми. Таким образом, вал при своем движении обязательно передает усилие (вращающий момент), а поэтому

испытывает деформации кручения и изгиба. Валы по форме разделяются на прямые или изогнутые (коленчатые), целые или составные (собранные из нескольких частей), сплошные или полые (пустотелые). Широкое распространение в автомобилестроении получили коленчатые, распределительные и карданные валы. Они применяются в двигателях внутреннего сгорания, в паровых машинах, поршневых насосах (компрессорах). Длинные валы, например гребные валы кораблей, из-за сложности их изготовления делают составными (разъемными). Полые, или трубчатые, валы применяют тогда, когда необходимо уменьшить их вес или пропустить через внутреннее отверстие вала другие детали. Если вал не передает вращательного движения, а только поддерживает вращающиеся части, его называют осью. Таким образом, ось в отличие от вала не испытывает кручения, а подвергается лишь изгибу. Оси делятся на неподвижные (например, оси колес велосипеда, мотоцикла, автомобиля и т. д.) и подвижные, которые вращаются вместе с закрепленными на них деталями (например, оси железнодорожных и трамвайных прицепных вагонов).

Критерии оценки:

Правильность заполнения бланка

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ / ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ
МДК.02.02 ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
программы подготовки специалистов среднего звена
по специальности 15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт
промышленного оборудования (по отраслям)

Магнитогорск, 2025

Оглавление

1 ВВЕДЕНИЕ	38
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	40
Практическая работа № 15.....	40
Практическая работа № 16.....	48
Практическая работа № 17	56
Лабораторная работа № 1.....	65
Лабораторная работа № 2.....	72

1 ВВЕДЕНИЕ

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических и лабораторных занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебного модуля «Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования» предусмотрено проведение практических занятий. В рамках практического занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- выбирать эксплуатационно-смазочные материалы для технического обслуживания оборудования;
- пользоваться контрольно-измерительным инструментом;
- выполнять эскизы деталей при ремонте;
- определять способы обработки деталей;
- обрабатывать детали в целях восстановления работоспособности оборудования ручными механизированным способом;
- пользоваться нормативной и справочной литературой;
- разрабатывать схему и карту смазывания промышленного оборудования отрасли;
- определять техническое состояние деталей, узлов и механизмов, оборудования;
- производить наладочные, крепежные, регулировочные работы.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности овладению **профессиональными компетенциями:**

- ПК 2.1.1. Проводит дефектацию механизмов обслуживаемого оборудования
- ПК 2.1.2 Разбирает и собирает механизмы обслуживаемого оборудования
- ПК 2.1.3 Проводит диагностику обслуживаемого оборудования
- ПК 2.2.1 Участвует в разработке дефектной ведомости на обслуживаемое оборудование
- ПК 2.2.2 Участвует в разработке технологической карты на осуществление работ
- ПК 2.2.3 Выполняет рабочий чертеж деталей обслуживаемого оборудования
- ПК 2.3.1 Контролирует соблюдения бригадой требований производственно-технологической и нормативно-технической документации, инструкций по эксплуатации производственного оборудования
- ПК 2.3.2 Организует работу персонала для проведения контроля взаимного расположения узлов и деталей простого оборудования
- ПК 2.3.3 Планирование, определение производственных задач бригады, распределение трудовых ресурсов и рабочего времени рабочих бригады слесарей-ремонтников

А также формированию **общих компетенций:**

Код Наименование общих компетенций

- ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи

ОК 01.2	Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи и/или проблемы.
ОК 02.1	Определяет задачи и источники поиска в заявленных условиях
ОК 02.2	Анализирует и структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска информации
ОК 02.3	Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач
ОК 03.1	Владеет содержанием актуальной нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности, современной научной профессиональной терминологией
ОК 04.1	Планирует деятельность членов команды и распределяет роли.
ОК 04.2	Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности
ОК 05.2	Оформляет документы о профессиональной тематике на государственном языке
ОК 07.1	Осуществляет профессиональную деятельность в соответствии с нормами экологической безопасности, правилами по охране труда и технике безопасности в профессиональной деятельности
ОК 09.3	Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике

Выполнение обучающихся практических работ по учебному модулю «организационно-технологическое обеспечение технического обслуживания, эксплуатации промышленного (технологического) оборудования (по отраслям)» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
 - формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
 - развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проективных, конструктивных и др.;
 - выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.
- Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.2 Наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием

Практическая работа № 15

Визуальный осмотр и предварительные регулировки тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Получить навыки внешнего осмотра и подготовки к пусковым испытаниям тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить пусковые испытания тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести пусковые испытания тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. Общие указания

1.1 Провести визуальный осмотр:

- осмотреть систему электропитания и убедиться в отсутствии видимых дефектов. При этом необходимо удостовериться в том, что система электропитания не имеет явных видимых повреждений электрических кабелей и разъемов;
- убедиться в отсутствии механических повреждений тренинг-стенда.

1.2 Провести процедуру обтяжки:

- убедиться, что тренинг-стенд надежно закреплен на опорной поверхности.
- Проверяется затяжка каждого крепежного элемента;
- убедиться, что подшипниковые опоры и лапы электродвигателя притянуты к станине.
- Проверяется затяжка каждого крепежного элемента.

1.3 Провести предварительные регулировки (грубую центровку):

- выставить осевой зазор между полумуфтами;
- оценить пятно контакта лап двигателя с опорной поверхностью;
- проверить наличие и скорректировать «мягкую лапу». Корректировку выполнять при помощи центровочных пластин типоразмера BALTECH-2N (50x50 мм);
- перемещением двигателя выставить радиальное смещение между полумуфтами в вертикальной и горизонтальной плоскости. Перемещение двигателя в вертикальном направлении выполнять при помощи центровочных пластин типоразмера BALTECH-2N (50x50 мм);
- оценить величину радиального и торцевого биения валов. Замеры произвести на каждом валу и полумуфте тренинг-стенда.

1.4 Значения предварительных регулировок:

- осевой зазор между полумуфтами от 0,05 до 1,0 мм;
- значение «мягкой лапы» не более 0,05 мм;
- величина радиального смещения между полумуфтой двигателя и полумуфтой стационарного механизма должна быть в пределах 0,2 - 0,5 мм;
- радиальное и торцевое биение валов и полумуфт не более 0,05 мм.

1.5 Оформить отчет по форме п.3.8

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд BALTECH WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов



- кейс с аксессуарами WS-3060

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Проверка крепления тренинг-стенда к опорной поверхности

Все болтовые соединения удерживающие тренинг-стенд на опорной поверхности должны быть проверены и при необходимости подтянуты. Допускается применение струбцин вместо болтовых соединений.

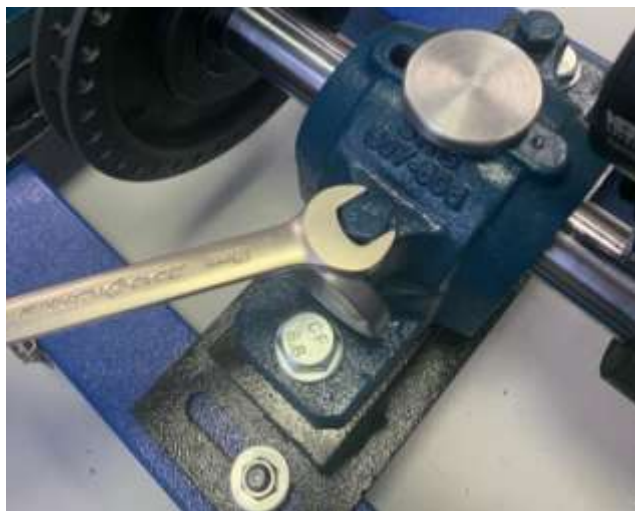


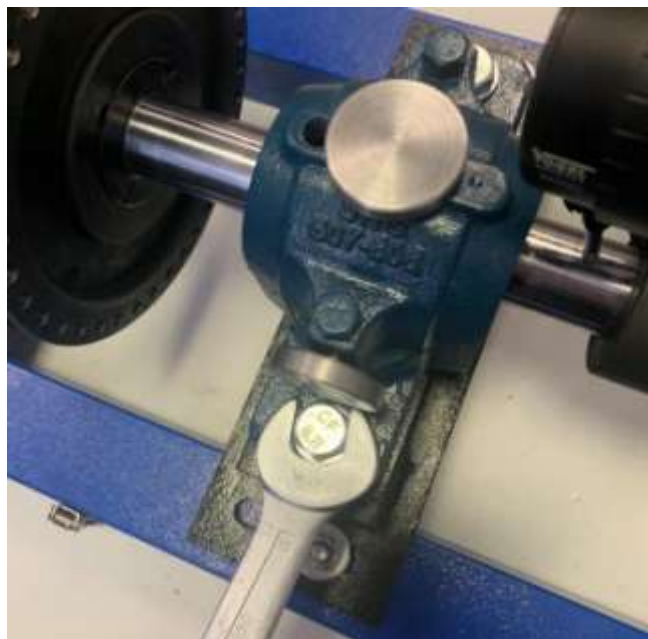
- болтовые соединения



- соединения трубами

3.2 Проверка затяжки крепежных элементов





3.3 Выставление осевого зазора между полумуфтами

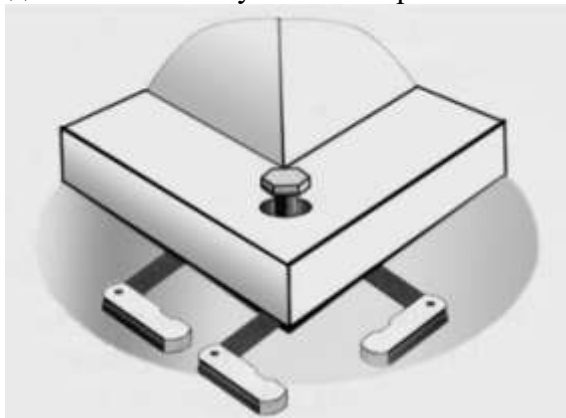
Отпустить все болты крепления лап двигателя. Выставить осевой зазор между полумуфтами в диапазоне от 0,05 до 1,0 мм.



Затянуть все болты крепления лап двигателя. В дальнейшем при проведении процедур выдерживать этот зазор.

3.4 Оценка пятна контакта лап двигателя с опорной поверхностью

Отпустить все болты крепления лап двигателя. В районе болта крепления лапы (см. рисунок ниже) щупом проверить плотность прилегания к опорной поверхности – щуп толщиной 0,06 мм проходить не должен. Пятно контакта опорной лапы должно быть не менее 90%. По очереди проверить все четыре лапы двигателя. Затянуть болты крепления лап двигателя.



3.5 Проверка наличия и корректировка «мягкой лапы»

Установить измерительный штوك часового индикатора на одну из лап крепления двигателя. Установить лимб индикатора в нулевое положение. Отпустить болт крепления этой лапы одновременно наблюдая за стрелкой индикатора – фиксируем максимальное отклонение и записываем его в блокнот. Затягиваем болт крепления. Повторяем эти операции на каждой лапе. Отклонение больше 0,05 мм требует корректировки мягкой лапы. Корректировка производится установкой центровочных пластин BALTECH-2N (50X50 мм) под каждую лапу, поднявшуюся при отпуске болта крепления более чем на 0,05 мм.



3.6 Выставление радиального смещения между полумуфтами

Приложить лекальную линейку к муфте в вертикальной плоскости и щупами измерить величину зазора между линейкой и полумуфтой (см. рисунок ниже), который должен быть в пределах от - 0,2 до - 0,5 мм.



При этом окончательное положение полумуфты двигателя должно быть ниже полумуфты стационарного механизма.

При необходимости скорректировать вертикальное положение двигателя установкой центровочных пластин BALTECH-2N (50X50 мм) под каждую лапу, при этом толщина набора пластин под каждую лапу устанавливается одинаковая без учета пластин корректирующих «мягкую лапу».

Затем приложить лекальную линейку к муфте в горизонтальной плоскости и перемещая двигатель по горизонтали, скорректировать его горизонтальное положение.

Перед затяжкой болтов крепления лап двигателя выставляем осевой зазор между полумуфтами в диапазоне от 0,5 до 1,0 мм. Проводим окончательную обтяжку.

3.7 Оценка величины радиального и торцевого биения валов

Установить часовой индикатор в вертикальном положении и проверить радиальное биение всех валов и полумуфт. То же самое проделать на торцевых поверхностях полумуфт и на плоскостях коррекции.



3.8 Форма отчета

№	Наименование процедуры	Требования	Результат
1	Проверка крепления тренинг-стенда к опорной поверхности	Полная затяжка	
2	Проверка затяжки крепежных элементов	Полная затяжка	
3	Выставление осевого зазора между полумуфтами	от 0,5 до 1,0 мм	
4	Оценка пятна контакта лап двигателя с опорной поверхностью	0,06 мм 90%	
5	Проверка наличия и корректировка «мягкой лапы»	Не более 0,05 мм	
6	Выставление радиального смещения между полумуфтами	от 0,2 до 0,5 мм	
7	Оценка величины радиального и торцевого биения валов	Не более 0,05 мм	

Результаты замера биений

	Биение вала радиальное	Биение муфты радиальное	Биение муфты осевое
Значение, по валу электродвигателя, мм			
Значение, по приводному валу, мм			

Вывод:

Контрольные вопросы

1. Какова необходимость выдерживания осевого зазора между полумуфтами?
2. С чем связана необходимость обтяжки всех креплений тренинг-стенда?
3. В чем заключается необходимость в грубой центровке тренинг-стенда?
4. Почему допуск на радиальное биение такой маленький?
5. С какой целью ликвидируется эффект «мягкой лапы»?
6. Могут ли на электродвигателе все четыре лапы крепления обладать эффектом «мягкой лапы»?
7. Для чего производится проверка плотности прилегания лап к опорной поверхности?

Критерии оценки:

Правильность выполнения задания

Оценка «отлично» ставится:

– ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

– Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

– Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

– Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 2.2 Наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием

Практическая работа № 16

Центровка тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Убедиться, что ось вращения вала электродвигателя и ось вращения приводного вала тренинг-стенда BALTECH WS-3060 совпадают (укладываются в допуски по центровке).

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Перед началом работ:

- убедиться, что тренинг-стенд отключен от сети питания и исключена возможность несанкционированного проворота вала;
- убедиться, что тренинг-стенд предварительно отрегулирован и готов к точной центровке (смотреть отчет по предварительной регулировке);
- проверить крепление к опорной поверхности и затяжку крепежных элементов.

1.2 Провести монтаж системы центровки:

- не устанавливать цепи крепления кронштейнов лазерных головок на шпонки и выступающие части валов;
- не устанавливать кронштейны лазерных головок боковой плоскостью вплотную к выступающим частям;

1.3 Провести настройку системы центровки:

- исключить попадания лазерного луча в глаза;
- по окончании настройки принять меры по исключению механического влияния на лазерные головки (прикосновение руками или выступающими частями оборудования, высокий уровень вибрации).

1.4 Ввести данные для расчетов:

- размеры вводить с максимальной точностью;
- скорректировать размер от центра муфты;
- уточнить скорость вращения вала двигателя.

1.5 Устранить мягкую лапу и провести центровку:

- во время процедуры необходимо выдерживать осевой зазор между полумуфтами в диапазоне от 0,5 до 1,0 мм;
- значение «мягкой лапы» не более 0,05 мм;
- значения углового и параллельного смещения выставить согласно допускам по скорости вращения;

- корректировку вертикального положение двигателя произвести установкой центровочных пластин BALTECH-2N (50X50 мм).

1.6 Подготовить отчет по форме п.3.7

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов



Кейс с аксессуарами WS-3060



КВАНТ-ЛМ – система центровки валов лазерная

Допускаются другие системы лазерной центровки, например:



BALTECH SA-4600



FIXTURLASER NXA PRO

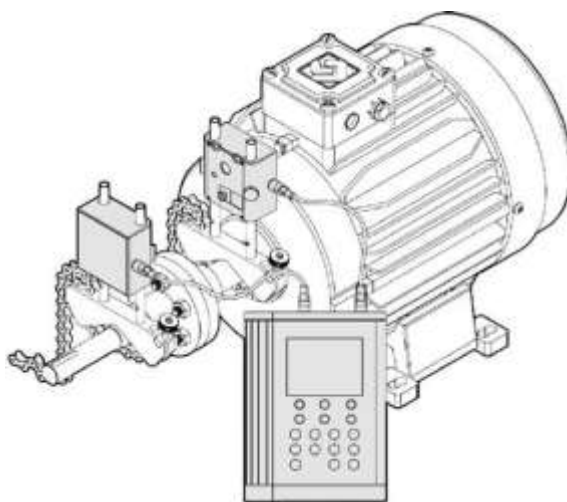
3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Отключить тренинг-стенд от сети и исключить возможность его самопроизвольного включения.

Все трубки, удерживающие тренинг-стенд на опорной поверхности должны быть проверены и при необходимости подтянуты. Все крепежные элементы должны быть проверены и при необходимости подтянуты.

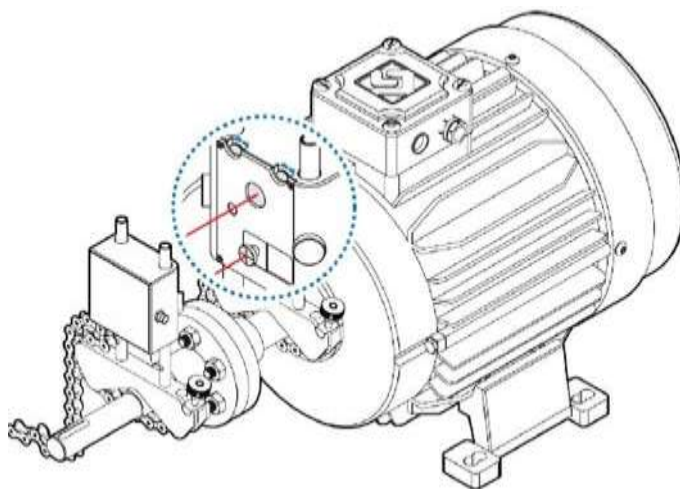
3.2 Монтаж системы центровки

Подвижная головка крепится со стороны электродвигателя, стационарная головка - со стороны приводного вала. При установке головок убедитесь в отсутствии помех для их вращения. Барашки затяжки цепей затянуть от руки и повернуть на четверть оборота «ключиком».



3.3 Настройка системы центровки

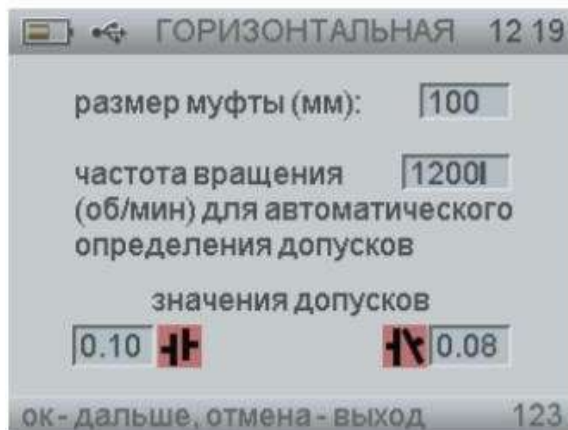
Лазерный луч должен попадать в окно приемника. Винты креплений должны быть плотно затянуты. При вращении вала измерительные головки не трогаем! Головки устанавливаются в вертикальном положении по инклинометрам с углом отклонения от вертикали $\pm 1,5$ градуса. Разница показаний инклинометров не должна быть более $0,5$ градуса.



Ввод данных для расчетов

В меню прибора для центровки выбираем «центровка «Горизонтальных машин» Диаметр муфты не изменяем, оставляем значение 100мм, (для расчета угловой несоосности в единицах: мм\100мм).

Ввести частоту вращения согласно задания (0-1500 об\мин), для того чтобы получить допуски на центровку.



Вводим размеры:

- между центрами креплений лазерных головок;
- от центра крепления подвижной головки до центра муфты;
- от центра муфты до передних опор двигателя;
- между опорами двигателя.

Примечание:

1,2 размер – для расчетов величины несоосности (угловой и параллельной расцентровки)

3,4 размер – для расчетов величин подвижек в вертикальной и горизонтальной плоскости



3.4 Устранение «мягкой лапы»

Выставить лазерные головки в вертикальном направлении (наверх), чем меньше составляет угол наклона в горизонте, тем выше точность замера. Убрать все пластины под лапами электродвигателя. Запустить программу «Мягкая лапа» и поочередно. отпустить и затянуть каждый болт на креплении двигателя.

Зафиксировать значение подъема лапы при отпускании болта - величина $\geq 0,06$ мм требует корректировки пластинами.

Подложить калиброванные пластины на величину подъёма лапы, не более 4шт подпору (чем меньше, тем лучше). После всех корректировок повторно измерить все лапы. Продолжать операцию до значений $\leq 0,05$ мм под каждой опорой.

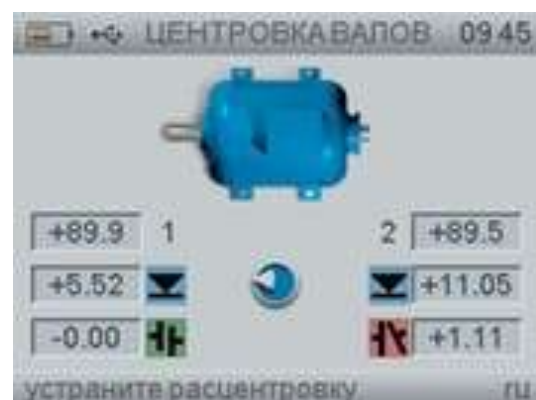
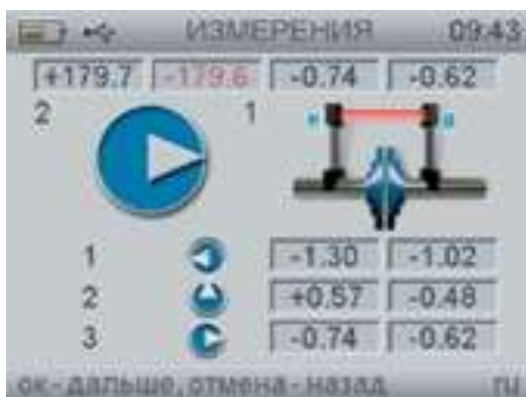


3.5 Процедура центровки

Выбрать удобный метод центровки: усеченный угол или часовой. Провести измерения вращая вал до требуемых угловых положений (рекомендовано 9-0-3 часа). Получить расчет величин несоосности (УГЛ, ПАРАЛ). После выполнения операции центровки итоговые значения должны быть в зеленом цвете (в допуске). Эти значения не являются величинами перемещения лап! В режиме «Центровка валов» отображаются величины перемещения в вертикальной ЗН и горизонтальной ЗН плоскостях на величины ЗН перемещения.

Величины СЛЕВА – для обеих передних лап;

Величины СПРАВА – для обеих задних лап.



Форма отчета

Протокол центровки

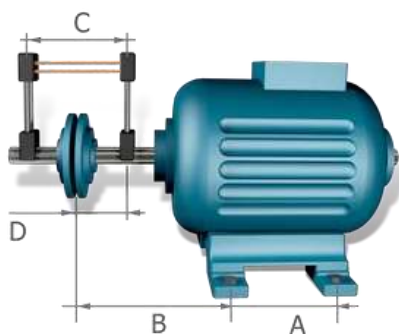
Оборудование: Тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Скорость вращения _____ об/мин

Устройство центровки: _____ (Квант-ЛМ, Fixturlaser NXA)

Серийный номер: _____

Схема измерений и размеры



A= _____ мм

B= _____ мм

C= _____ мм

D= _____ мм

Были произведены первичные замеры, результаты приводятся в таблице 1

Замеры	Параллельное смещение	Угловое смещение	Положение передних лап	Положение задних лап
Вертикальное (вверх-вниз)				
Горизонтальное (влево-вправо)				
Допуск				

По результатам замеров положение полумуфт не соответствует рекомендуемым допускам.

После необходимых подвижек были сделаны контрольные замеры, результаты приводятся в таблице 2

Замеры	Параллельное смещение	Угловое смещение	Положение передних лап	Положение задних лап
Вертикальное (вверх-вниз)				
Горизонтальное (влево-вправо)				
Допуск				

По результатам замеров положение полумуфт соответствует рекомендуемым допускам.

Комментарий: _____

Исполнитель: Контрольные вопросы

1. Какова необходимость выдерживания осевого зазора между полумуфтами?
2. С чем связана необходимость обтяжки всех креплений тренинг-стенда?
3. В чем заключается необходимость в грубой центровке тренинг-стенда?
4. С какой целью ликвидируется эффект «мягкой лапы»?
5. Как зависит допуск на центровку от скорости вращения?
6. Как влияет параллельная и угловая расцентровка на уровень вибросигнала?

Критерии оценки:

Правильность выполнения задания

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Практическая работа № 17
Балансировка тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Получить навыки балансировки тренинг-стенда BALTECH WS-3060 по одной и двум плоскостям коррекции, для устранения статической и динамической неуравновешенности.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить балансировку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Точки контроля амплитуды вибрации:

Балансировка проводится по 1-8 точкам на опорах подшипников с максимальными значениями амплитуды виброскорости. Датчики вибрации устанавливаются на корпусах подшипников.

1.2 Границы допусков вибрации:

Использовать следующие границы допусков вибрации (V, мм/с):

0-0,127 *Отлично*

>0,127-0,508 *Хорошо*

>0,508-1,016 *Приемлемо с ограничениями*

>1,016-2,032 *Не приемлемо*

1.3 Варианты балансировки:

- ОДНОПЛОСКОСТНАЯ - корректирующие массы устанавливаются только на одну плоскость коррекции;

- ДВУХПЛОСКОСТНАЯ - корректирующие массы устанавливаются на две плоскости коррекции.

1.4 Безопасность:

Установка корректирующих масс с соблюдением ТБ, в том числе с обеспечением и блокировкой системы питания.

1.5 Подготовить отчет по форме п.3.5

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд BALTECH WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов. Масса ротора – 2,5 кг.



Кейс с аксессуарами WS-3060



BALTECH VP-3470 - 2-х канальный
виброанализатор-балансировщик

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Проверка крепления тренинг-стенда к опорной поверхности и затяжки крепежных элементов

Все струбцины удерживающие тренинг-стенд на опорной поверхности, а также все крепежные элементы механизмов должны быть проверены и при необходимости подтянуты.

3.2 Процедуры балансировки

3.2.1 Процедура ОДНОПЛОСКОСТНОЙ балансировки

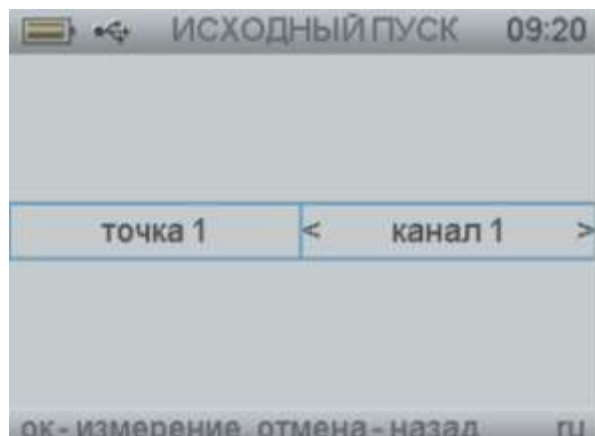
1. Измерить начальные значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках;
2. Подобрать по величине и закрепить пробную массу на плоскости коррекции
3. Измерить значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках с установленной пробной массой
4. Провести расчет величины и места установки корректирующей массы
5. Произвести установку корректирующей массы.
6. Провести контрольное измерение значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках, при необходимости сделать подбалансировку

3.2.2 Процедура ДВУХПЛОСКОСТНОЙ балансировки

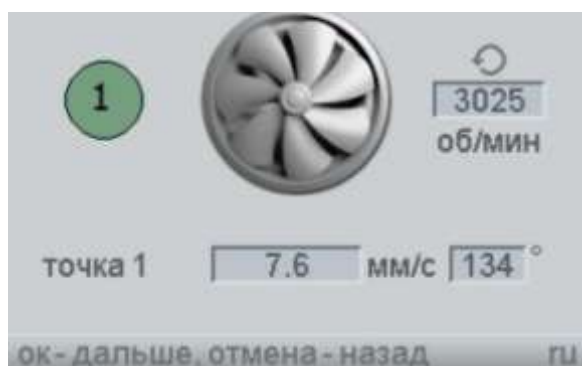
1. Измерить начальные значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках;
2. Подобрать по величине и закрепить пробную массу на первой плоскости коррекции;
3. Измерить значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках с установленной пробной массой на первой плоскости коррекции;
4. Снять пробную массу с первой плоскости коррекции и установить на вторую;
5. Измерить значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках с установленной пробной массой на второй плоскости коррекции;
6. Провести расчет величины и места установки корректирующей массы для первой и второй плоскостей коррекции;
5. Сделать установку корректирующих масс в каждой плоскости;
6. Сделать контрольное измерение значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках, при необходимости сделать подбалансировку.

3.4 Порядок работы с виброанализатором-балансировщиком VP-3470

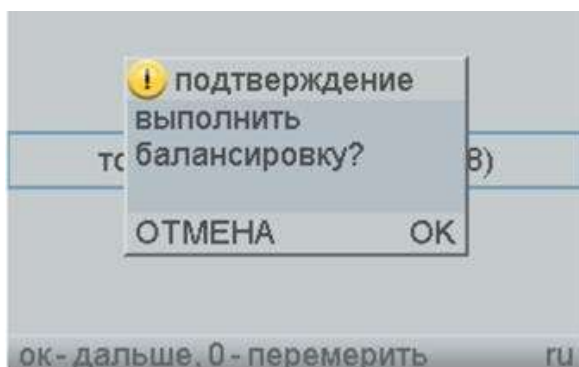
1. Нажмите кнопку ввода. Откроется окно «ИСХОДНЫЙ ПУСК», в котором указаны точки и каналы измерения. Настройте для каждой точки свой канал измерения.



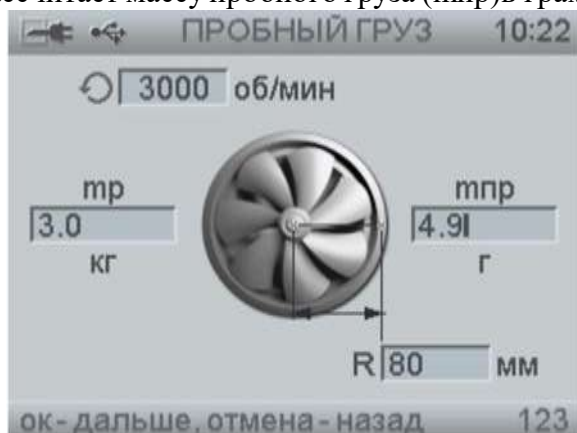
2. Нажмите кнопку ввода. Прибор перейдет к окну «ИЗМЕРЕНИЕ». В нем Вы увидите значение уровня и фазы вибрации, а также число оборотов.



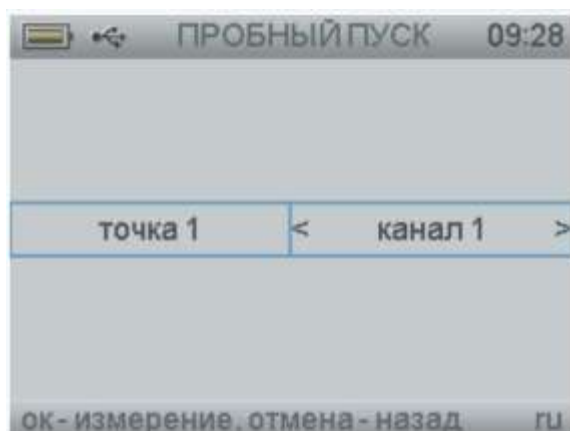
3. По полученным данным оператор принимает решение о необходимости проведения балансировочных работ, нажав кнопку ввод и подтвердив сообщение «Выполнить балансировку?».



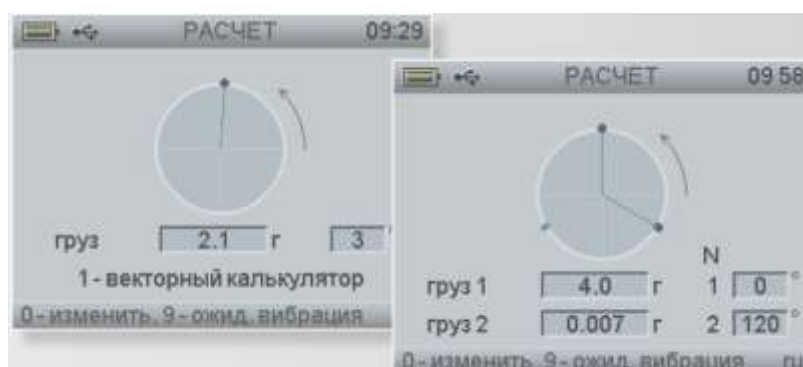
4. Окно «ПРОБНЫЙ ГРУЗ» предназначено для расчета массы пробного груза. Введите значение оборотов (об/мин) и массы ротора (m_r), а также радиус установки пробного груза (R), прибор рассчитает массу пробного груза ($m_{пр}$) в граммах.



5. По полученным данным оператор принимает решение о необходимости проведения балансировочных работ, нажав кнопку ввод и подтвердив сообщение «Выполнить балансировку?».



6. Окно «ПРОБНЫЙ ГРУЗ» предназначено для расчета массы пробного груза. Введите значение оборотов (об/мин) и массы ротора (m_r), а также радиус установки пробного груза (R), прибор рассчитает массу пробного груза ($m_{пр}$) в граммах.



3.5. Форма отчета

Дата балансировки: __. __. 2021 __: __:00

Протокол балансировки

Оборудование: Тренинг-стенд WS-3060 (1493 об/мин)

Устройство балансировки: VP-3470

Серийный номер: _____

Версия прошивки: 1.07

Тип балансировки: По пробным пускам

Число плоскостей: 2

Число точек: 8

Величина: Виброскорость

Параметр: СКЗ

Единицы: мм/с

Измерение фазы: таходатчик

Пробные массы: _____

Измерение углов: _____

Начальное измерение

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Пробные пуски

Плоскость Точка	1		2	
	Мпр=_____	A=0°	Мпр=_____	A=0°
1		°		°
2		°		°
3		°		°
4		°		°
5		°		°
6		°		°
7		°		°
8		°		°

Результаты расчета

Корректирующие грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Контрольное измерение

Установленные грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Результаты расчета подбалансировки

Корректирующие грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Контрольное измерение подбалансировки

Установленные грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Комментарий: _____

Контрольные вопросы

1. Что такое «фаза»?
2. Что такое статическая неуравновешенность?
3. Что такое динамическая неуравновешенность?
4. Что такое корректирующая масса?
5. Что такое пробная масса?

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 2.2 Наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием

Лабораторная работа № 1

Вибродиагностика тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Определить состояние оборудования по вибрационным характеристикам.

По результатам виброизмерений требуется определить необходимый объем работ для виброналадки механизма, из-за наличия таких дефектов, как:

- расцентровка;
- дисбаланс;
- механические ослабления.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить вибродиагностику тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Контроль качества:

После проведения работ по виброналадке проводится повторная вибродиагностика с целью подтверждения качества выполненных работ.

1.2 В ходе работы определить:

- признаки дисбаланса;
- признаки расцентровки;
- признаки механических ослаблений

1.3 Контрольные точки:

При измерении вибрации на корпусах подшипников по обе стороны вала исходными данными для диагностики являются:

- Амплитуда вибрации (A, V, S);
- Скорость вращения (фазовые измерения);
- Амплитудно-частотный спектр.

1.4 Безопасность:

Установка датчиков вибрации с соблюдением ТБ.

1.5 Интенсивность вибрации

Базовым документом для разработки руководств по измерению и оценке вибрации машин является ГОСТ ИСО 10816:

Машины	Класс I Малые машины до 15 кВт	Класс II Средние машины 15-875 кВт	Класс III Большие на жестком фундаменте	Класс IV Большие на упругом фундаменте
Вибрационная скорость V мм/с	0.28			
	0.45			
	0.71	ХОРОШИЙ		
	1.12			
	1.80			
	2.80	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНЫЙ		
	4.50			
	7.10	НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНЫЙ		
	11.20			
	18.00			
	28.00	НЕПРИЕМЛЕМЫЙ		
	45.00			

1.6 Подготовить отчет по форме п.3.5

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов. Масса ротора – 2,5 кг.



BALTECH VP-3470 - 2-х каналный виброанализатор-балансировщик



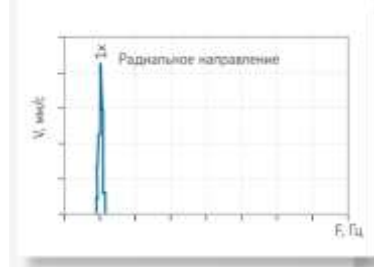
Fixturlaser SMC - виброанализатор с 3-х осевым беспроводным датчиком и экспертной программой диагностики

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Выявить признаки дисбаланса

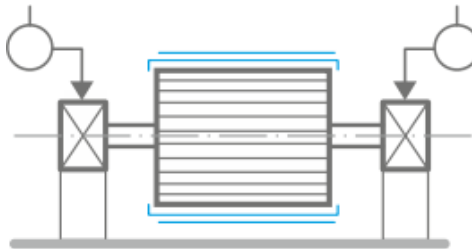
В амплитудно-частотном спектре:

- всегда присутствует и обычно доминирует гармоника $1x$;
- амплитуда виброперемещения на оборотной частоте ($1x$) возрастает пропорционально квадрату скорости вращения вала (например обороты возросли в 3 раза, амплитуда виброперемещения в 9 раз);
- амплитуда виброскорости на оборотной частоте возрастает пропорционально скорости вращения вала.



Фазовые измерения при статической и динамической неуравновешенности:

- **статическая неуравновешенность** отличается стабильными и одинаковыми фазовыми углами на оборотной частоте. Достаточно одной плоскости коррекции для проведения балансировки;



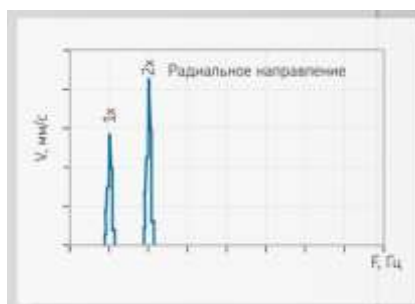
- **динамическая неуравновешенность** характеризуется разностью фаз на подшипниках $\leq 180^\circ$. Разность фаз $\leq 180^\circ$ существует при парных измерениях как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Необходимо две плоскости коррекции для проведения балансировки.



3.2 Выявить признаки расцентровки

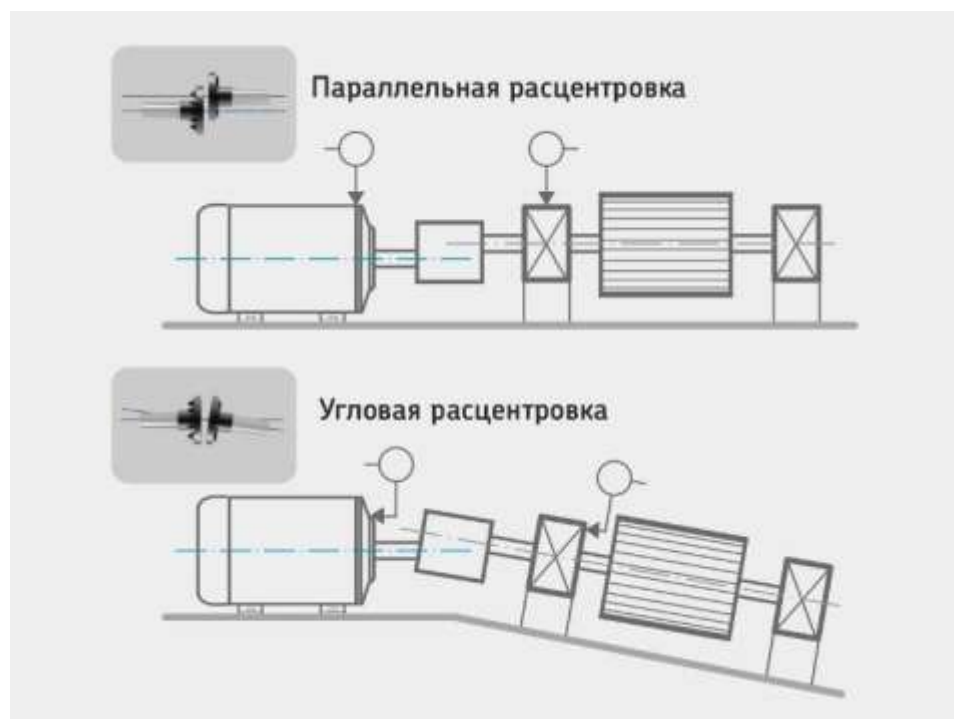
В амплитудно-частотном спектре:

- высокий уровень радиальной и осевой вибрации;
- преобладающая амплитуда 1-ой, 2-ой, а иногда и 3-ей оборотной частоты в спектре вибрации;
- составляющая 2х часто выше, чем 1х, однако соотношение 2х и 1х часто определяется типом муфты и особенностями конструкции;
- при большой угловой или параллельной расцентровке могут возникать и более высокие гармоники (4х - 8х) или даже целые серии высокочастотных гармоник, соответствующие, по характеру спектра дефекту «механические ослабления».



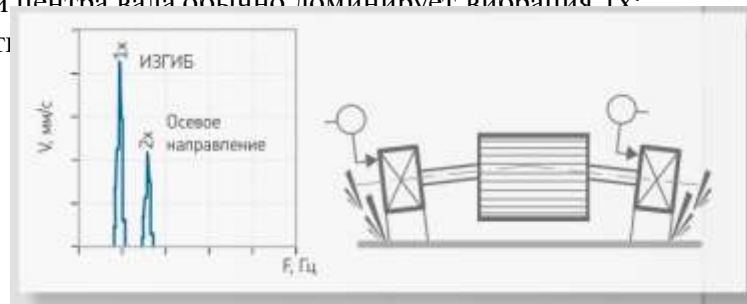
Фазовые измерения:

- угловая расцентровка характеризуется высокой осевой вибрацией и разностью фаз 180° при измерениях с двух сторон относительно муфты;
- параллельная расцентровка имеет вызывает высокую радиальную составляющую с разностью фаз до 180° при измерениях с двух сторон от муфты.



Изгиб вала:

- изгиб вала приводит к высокой осевой вибрации с разностью фаз при осевом измерении $\leq 180^\circ$;
- при изгибе вблизи центра вала обычно доминирует вибрация $1x$;
- если изгиб у муфты

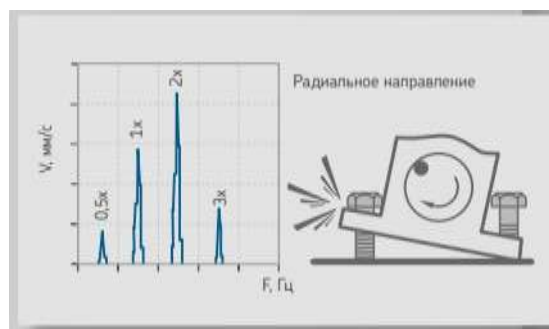


3.3 Выявить признаки механических ослаблений

В амплитудно-частотном спектре:

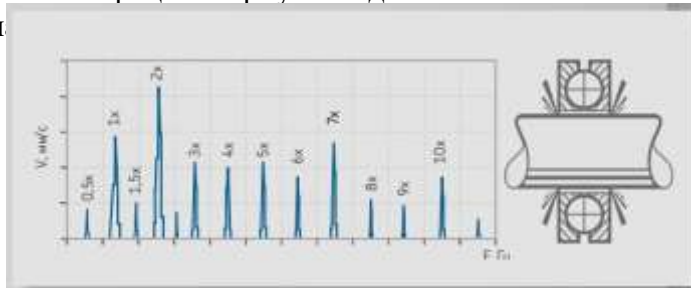
Ослабление креплений:

- ослабление болтов крепления лапы машины, трещинами в элементах рамы или подшипниковой опоры;
- характеризуется появлением составляющих вибрации корпуса на $0.5x, 1x, 2x, 3x$, а при сильной разболтанности - появлением высокочастотных составляющих не кратных оборотным частотам из-за ударных процессов.



Износ \ повышенные зазоры:

- связано с исчезновением натяга между деталями, что приводит к появлению многочисленных гармоник вибрации корпуса подшипника из-за нелинейной реакции разболтанных деталей



Фазовые измерения:

- фаза часто нестабильна и может сильно меняться.

П.3.5. Форма отчета



Запишите произведенные величины замеров СКЗ виброскорости в контрольных точках и сделайте вывод о состоянии оборудования в соответствии с нормами ГОСТ 10816

V, мм/с	Опора 1	Опора 2	Электродвигатель 1 подшипник	Электродвигатель 2 подшипник
Вертикальное				
Горизонтальное				
Осевое				
ВЫВОД о состоянии:				

Отметьте обнаруженные признаки дефектов

№	Наименование процедуры	Требования	Отметка о выполнении	Результат
1	Признаки дисбаланса	1х, фаза		
2	Признаки расцентровки	1х, 2х, фаза		
3	Признаки изгиба вала	1х, 2х, фаза		
4	Признаки механических ослаблений	0.5х, 1х, 2х, 3х, фаза		

Контрольные вопросы

1. Что такое «фаза»?
2. Назовите признаки дисбаланса.
3. Назовите признаки расцентровки.
4. Назовите признаки изгиба вала.
5. Назовите признаки механических ослаблений.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Тема 2.2 Наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием

Лабораторная работа № 2 Термография тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель:

Приобрести навыки тепловизионной диагностики измерения и оценки температурных полей на подшипниковых опорах и на муфтовом соединении.

Принимаем во внимание, что наличие нагрузки в виде механических ослаблений, дисбаланса и расцентровки приводит к повышению температуры на контрольных точках объекта измерений.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить термография тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

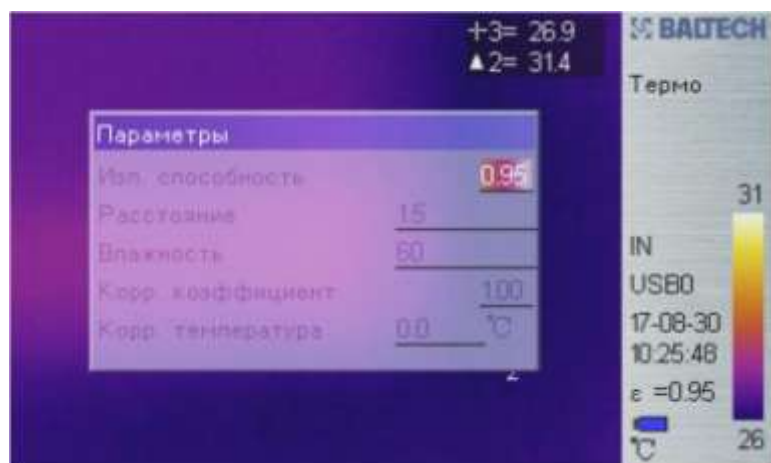
Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Перед началом работ настроить тепловизор.

Для настройки общих параметров измерения температуры выберите подраздел «Параметры» раздела главного меню «Измерение».



В данном подразделе доступно для редактирования 5 параметров:

- Установить величину излучательной способности объекта измерения в диапазоне $0 < \varepsilon < 1$ (для АЧТ=1);
- Ввести фактическое расстояние до объекта в метрах;
- Ввести значение влажности окружающей среды (30% для помещений);
- Коэффициент коррекции в значении 1.00 не изменяет измеряемую величину;
- Коэффициент коррекции температуры используется для ввода известной расчетной поправки.

Правильно настроить фокус объектива тепловизора на объект. Изображение должно быть четким, без размывов.

Таблица выбора значений коэффициента излучательной способности ϵ

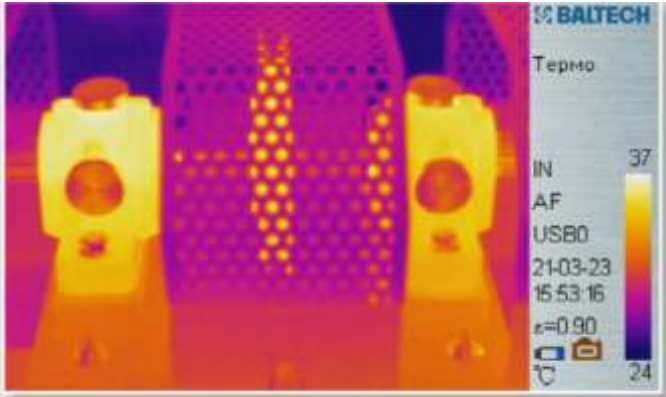
Материал	Температура, °C	Коэффициент излучения
Алюминий сильно окисленный	93	0,20
Алюминий не окисленный	25	0,02
Алюминий не окисленный	100	0,03
Алюминий блестящий, укатанный	170	0,04
Алюминий, отполированный до зеркального блеска	100	0,09
Медь окисленная	130	0,76
Медь желтая, окисленная	200	0,61
Медь укатанная	40	0,64
Медь, слегка потемневшая	20	0,04
Медь отполированная	40	0,03
Хром	40	0,08
Хром отполированный	150	0,06
Сталь черная, анодированная	50	0,98
Сталь окисленная	200	0,79
Сталь холоднокатанная	93	0,75 – 0,85
Сталь, термообработанная поверхность	200	0,52
Железо с коркой отливки	100	0,80
Железо с прокатной пленкой	20	0,77
Железо отшлифованное	20	0,24
Чугун окисленный	200	0,64
Свинец необработанный	40	0,43
Свинец окисленный	40	0,43
Свинец серый, окисленный	40	0,28
Трансформатор окрашенный	70	0,94
Бетон	25	0,93
Кирпичная кладка	40	0,93
Известковый раствор, штукатурка	20	0,93
Глина обожженная	70	0,91
Песчаник	40	0,67
Гранит	20	0,45
Мрамор белый	40	0,95
Гипс	20	0,90
Фарфор	20	0,92
Стекло	90	0,94
Дерево	70	0,94
Резина твердая	23	0,94
Резина мягкая, серая	23	0,89
Пластик ПЭ, ПП, ПВХ	20	0,94
Краски масляные (всех цветов)	90	0,92 – 0,96
Краска черная, матовая	80	0,97
Краска белая	90	0,95
Краска желтая, 2 слоя на алюм. фольге	40	0,79
Краска синяя, на алюм. фольге	40	0,78
Бумага	20	0,97
Хлопок	20	0,77
Лед гладкий	0	0,97

1.2 Прогреть тренинг-стенд

Тепловизионную съемку проводить после предварительного прогрева тренинг-стенда в рабочем режиме в течении 15 минут. Съемка производится на работающем тренинг-стенде.

2 ОБЪЕКТЫ КОНТРОЛЯ

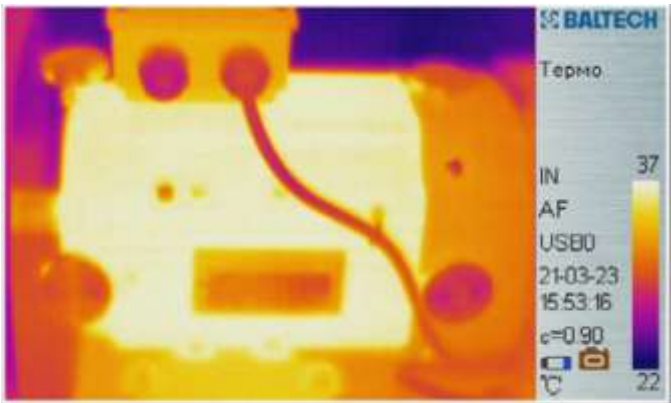
2.1 Первая и вторая подшипниковые опоры вала



2.2 Муфтовое соединение



2.3 Электродвигатель



Сделайте расчеты величины повышения температуры в контрольных точках. Запишите разницу между холодной и прогретым тренинг стендом, а также между температурой в контрольных точках до и после выполнения работ по виброналадке.

1	< 5°C	Начинающийся перегрев. Это должно быть под контролем
---	-------	--

2	5 – 30°C	Явный перегрев. Принять меры при первой возможности, а также проанализировать возможные нагрузочные режимы.
3	> 30°C	Сильный перегрев. Принять меры неотложно, но с учетом анализа нагрузочной ситуации
4	> 85°C	Аварийная ситуация (в зависимости от вида оборудования)

3.5 Форма отчета

Заполните значения замеренных температур в формуляр и сделайте отметку о состоянии узла.



№	Наименование процедуры	Критерии нормальной работы	Настройка коэффициента излучательной способности	Т-ра на холодной машине, °C	Т-ра на прогретой машине до регулировок, °C	Т-ра на прогретой машине после регулировок, °C
1	Первая подшипниковая опора	Траб ≤ 40°C				
2	Вторая подшипниковая опора	Траб ≤ 40°C				
3	Муфтовое соединение	Траб ≤ 40°C				
4	Электродвигатель	Траб ≤ 40°C Нагрев корпуса Траб ≤ 60°C				

Выводы и комментарии: _____

Контрольные вопросы

1. Что такое кажущаяся температура?
2. Как отражается расцентровка валов на термограмме подшипниковых опор?
3. Как отражается расцентровка валов на термограмме муфты?
4. Как отражается расцентровка валов на термограмме корпуса электродвигателя?
5. Что такое «тепловая аномалия»?

Критерии оценки

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И.Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**ПМ.02 «Организационно-технологическое обеспечение технического обслуживания,
эксплуатации промышленного (технологического) оборудования (по отраслям)»**

**МДК.02.02 Организация технического обслуживания, эксплуатации промышленного
оборудования**

для студентов специальности

**15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	80
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	80
2.1 Структура курсового проекта	80
2.2 Требования к оформлению пояснительной записки	81
2.3 Требования к изложению текста курсового проекта	82
2.4 Оформление иллюстраций и таблиц	83
2.5 Требования к оформлению графической части	84
2.6 Список использованных источников	85
2.7 Защита курсового проекта	85
2.8 Критерии оценки курсового проекта	85
3 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	87
4 ПРИМЕР РАСЧЁТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	87
4.1 Расчет энергосиловых параметров привода коробки скоростей станка 16Б16	88
4.1.1 Кинематический расчет привода (коробки скоростей/коробки подачи) станка (марка), график частот	89
4.2 Определение параметров зубчатого зацепления	90
4.3 Расчет зубчатой передачи	94
4.4 Расчет сил в зацеплении	98
4.5 Проверочный расчет передачи	98
Приложение А	102
Приложение Б	103
Библиографический список	104

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для студентов очной формы обучения в качестве регламентирующего материала по выполнению и предоставлению курсового проекта по профессиональному модулю «Организационно-технологическое обеспечение технического обслуживания, эксплуатации промышленного (технологического) оборудования (по отраслям)» для специальности 15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Выполнение курсового проекта рассматривается как вид учебной деятельности по профессиональному модулю профессионального учебного цикла и реализуется в пределах времени, отведенного на его изучение.

Выполнение студентом курсового проекта по профессиональному модулю проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по специальным дисциплинам, междисциплинарным курсам;
- углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных задач, использовать справочную, нормативную и научно-техническую литературу (формирование профессиональных компетенций);
- формирование общих и профессиональных компетенций – развитие творческой инициативы, дисциплинированности, целеустремленности, аккуратности, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовка к государственной итоговой аттестации (ГИА).

Примерная тематика курсового проекта:

- Техническое обслуживание и ремонт привода механизма передвижения мостового крана Q-20 т. сырьевого отделения ООО «МРК»;
- Техническое обслуживание и ремонт привода ленточного конвейера сырьевого отделения ООО «МРК»;
- Техническое обслуживание и ремонт механизма передвижения мостового крана Q-15 т. ОМЦ ООО «МРК»;
- Техническое обслуживание и ремонт привода коробки скоростей вертикально-фрезерного станка 6М12 ЦРМО-1 ООО «МРК»;
- Техническое обслуживание и ремонт привода коробки скоростей станка 1К62 ЦРМО-1 ООО «МРК» (n=250 об/мин);
- Техническое обслуживание и ремонт привода коробки скоростей станка 16Б16 МЦ ООО «МРК» (n=300 об/мин);
- Техническое обслуживание и ремонт привода передвижения крана 50т ООО "МРК";
- Техническое обслуживание и ремонт привода коробки скоростей станка 1А62 ЦРМО-3 ООО «МРК» (n=1000 об/мин).

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

2.1 Структура курсового проекта

Структура курсового проекта включает:

- пояснительную записку;
- графическую часть

Текстовый документ курсового проекта должен включать в указанной последовательности следующие элементы:

- титульный лист;
- задание;

- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;

К графическому материалу следует относить:

- чертежи;
- эскизы;
- схемы;
- демонстрационные листы.

Объем текстового и графического материала определяется заданием руководителя.

2.2 Требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка является неотъемлемой частью проекта и представляется вместе с графической частью.

Пояснительная записка курсового проекта включает:

- введение, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формируется цель выполнения курсового проекта;
- исходные данные для выполнения курсового проекта;
- разделы курсового проекта:

Раздел 1 Разработка технологической документации для проведения работ по монтажу, ремонту и технической эксплуатации механизма

Раздел 2 Определение оптимальных методов восстановления работоспособности промышленного оборудования

Раздел 3 Организация выполнения производственных заданий подчиненным персоналом с соблюдением норм охраны труда и бережливого производства.

- перечень используемых источников;
- приложения.

Оформление пояснительной записки должно строго соответствовать

СМК-О-К-РП-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсового проекта.

Курсовой проект — это документ, представляющий собой форму отчетности по самостоятельной работе студента, включающий аналитическую, графическую и расчетную части, представляющий собой законченное решение поставленной проблемы в рамках изучаемой дисциплины или профессионального модуля.

Общие требования

1. Пояснительная записка курсового проекта должна быть оформлена в печатном виде и сброшюрована. Объем ТД определяется исходя из тематики работы.

2. Страницы ТД должны соответствовать формату А4 (210х297 мм). Текст должен быть выполнен с одной стороны листа белой бумаги печатным способом на печатающих или графических устройствах вывода ЭВМ (компьютерная распечатка). При наборе текста использовать 1,5 интервал, основной шрифт Times New Roman, размер шрифта кегль 12 или кегль 14, цвет - черный, абзацный отступ первой строки - 1,25 см.

3. Иллюстрации, таблицы, схемы допускается выполнять на листах формата А3. При этом лист должен быть сложен в формат А4 «гармоникой» и учитывается как один.

4. Текст пояснительной записки следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое - 30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.
5. Опечатки, описки, графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста машинописным способом или черными чернилами - рукописным способом. Повреждение листов ТД, помарки и следы не полностью удаленного текста не допускаются.
6. Качество текста, иллюстраций, таблиц удовлетворять требованию их однозначного прочтения и воспроизведения.

Построение текста пояснительной записки

1. Текст пояснительной записки следует делить на разделы, подразделы, пункты, подпункты.
2. Каждый раздел текста должен начинаться с новой страницы и иметь порядковый номер, обозначенный арабскими цифрами и записанный с абзацного отступа. Не допускается помещать на странице заголовок раздела, подраздела без относящейся к ним текстовой части.
3. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела, пункты - в пределах подраздела, подпункты - в пределах пункта. Подразделы, пункты, подпункты не начинают с новой страницы.
4. Если раздел или подраздел состоит из одного подраздела или пункта, то этот подраздел или пункт нумеровать не следует. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.
5. Переносы слов в заголовках не допускаются.
6. Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждым перечислением следует ставить тире «-» (при необходимости, ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, за исключением ё, з, о, г, ь, й, ы, ъ, после которой ставится скобка). Для дальнейшей, детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых, ставится скобка, запись производится с абзацного отступа.
7. Каждый пункт, подпункт и перечисление записывается с абзацного отступа.

2.3 Требования к изложению текста курсового проекта

Текст излагается кратким чётким языком. Терминология и обозначения должны соответствовать установленным стандартам, а при отсутствии стандартов - общепринятым нормам в научно - технической литературе.

Изложение текста курсового проекта должно строго соответствовать

СМК-О-К-РП-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсового проекта.

Общие требования

Текстовый документ (ТД) курсового проекта в краткой и четкой форме должен раскрывать сущность работы, постановку задачи, выбор и обоснование решений, содержать описание методов исследования, анализа и расчетов, описание проведенных экспериментов, анализ полученных результатов, выводы. Текст должен сопровождаться иллюстрациями (графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п.). ТД должен быть выполнен на русском языке.

1. Титульный лист

Титульный лист является первой страницей работы.

2. Задание

Курсовой проект выполняется на основании индивидуального задания.

Задание составляется руководителем курсового проектирования в соответствии с темой. Темы курсовых проектов определяются ведущими преподавателями в соответствии требованиями

основных образовательных программ. При этом обучающийся имеет право выбора темы курсовой проекта, а также может предложить свою тему, обосновав целесообразность ее разработки.

3. Отзыв

Руководитель курсового проекта, после изучения и соответствующей правки, пишет отзыв на курсовой проект.

4. Содержание

Содержание должно отражать все материалы, помещенные в ТД.

2.4 Оформление иллюстраций и таблиц

Оформление иллюстраций и таблиц курсового проекта должно строго соответствовать СМК-О-К-РИ-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсового проекта

Построение таблиц

1. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей.
2. Таблица помещается в тексте сразу же за первым упоминанием о ней или на следующей странице. До таблицы и после таблицы добавить одну свободную строку.
3. Таблицы, нумеруются сквозной нумерацией арабскими цифрами по всему ТД. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.
4. Если в тексте одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1».
5. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа.
6. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы помещают над таблицей после ее номера через тире, с прописной буквы без абзацного отступа.
7. Заголовки граф таблицы выполняют с прописных букв, а подзаголовки строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной самостоятельные.
- В конце заголовка и подзаголовка знаки препинания не ставятся. Заголовки указываются в единственном числе. Допускается применять в таблице размер шрифта 12 пт. Диагональное деление головки таблицы не допускается. Размещают заголовки таблицы по центру относительно левого, правого, верхнего и нижнего полей, межстрочный интервал - одинарный.
8. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу заголовков помещают только перед первой частью таблицы, над другими частями справа пишется слово «Продолжение» и указывается порядковый номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1».
9. Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором случае - боковик.
10. При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). 11. Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается.
11. Если цифровые данные в пределах графы таблицы выражены в одних единицах физической величины, то они указываются в заголовке каждой графы. Включать в таблицу отдельную графу «Единицы измерений» не допускается.
12. Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями или другими обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, например D - диаметр, H - высота, L - длина.

Иллюстрации

1. Количество иллюстраций, помещаемых в ТД, должно быть достаточным для раскрытия содержания. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы,

фотоснимки и т.п.) следует располагать непосредственно после текста, упоминаются впервые, или на следующей странице.

2. Все иллюстрации именуются рисунками и нумеруются арабскими цифрами в пределах всего ТД.

3. Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

4. На все иллюстрации в ТД должны быть даны ссылки. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» или указывать в скобках (рис. 2).

5. Иллюстрация располагается по тексту документа, если она размещается на листе формата А4. Если формат иллюстрации больше А4, то ее следует помещать в приложении.

6. Иллюстрации следует размещать так, чтобы их документа или с поворотом по часовой стрелке. Перед иллюстрацией и после нее оставить одну чистую строку.

7. Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст).

8. Размещают иллюстрацию и наименование к ней по центру без абзацного отступа.

2.5 Требования к оформлению графической части

Графическая часть курсового проекта представлена чертежами, включающими в себя:

Чертеж на формате А1 Общий вид машины с приводом

Чертеж на формате А1 Редуктор (сборочный узел) привода машины

При курсовом проектировании графическая часть выполняется на стадии рабочих чертежей. Чертежи проектов должны отвечать требованиям графического оформления, предусмотренными правилами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) должностного соответствовать:

СМК-О-К-РП-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсового проекта.

Требования к оформлению графического материала.

Графический материал, представленный виде чертежей, эскизов, схем, характеризующих основные выводы и предложения исполнителя, должен совместно с ТД раскрывать содержание курсового проекта.

1. Состав и объем графического материала должны определяться руководителем курсовой работы (проекта) и указываться в задании.

2. Графический материал, предназначенный для демонстрации при публичной защите работы, необходимо располагать на листах формата АГ Расположение листа может быть принято как горизонтальным, так и вертикальным. Графический материал должен отвечать требованиям действующих стандартов по соответствующему направлению науки, техники или технологии и может выполняться:

-традиционным способом - карандашом или тушью;

- автоматизированным способом вывода ЭВМ.

3. В оформлении комплекта листов графического материала работы следует придерживаться единого стиля.

4. По решению ПЦК во время защиты курсового проекта ее графическая часть может представляться в полном объеме или частично с использованием технических носителей данных ЭВМ и проекционной аппаратуры. В этом случае чертежи и демонстрационные листы должны быть приведены в конце пояснительной записки в виде копий формата А4, распечатанных на бумаге, названия листов графической части включаются в содержание.

Спецификация

1. По решению руководителя курсовой работы (проекта) к определенным листам графической части составляется спецификация, которая является конструкторским документом, представляет собой текстовый документ, состоящий из двух и более частей. Составляют спецификацию на каждую сборочную единицу. Спецификация выполняется и оформляется на отдельных листах формата А4.

2. Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в такой последовательности: документация; сборочные единицы; детали; стандартные изделия; прочие изделия; материалы.

3. Название каждого раздела записывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается. Перед названием каждого раздела, а также после него оставляется по одной свободной строке.

4. В графе «Формат» записывают обозначение формата листа конструкторского документа.

5. В графе «Поз» (позиция) указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие.

6. В графе «Обозначение» указывают обозначение чертежей или сборочных единиц деталей.

X. XX.XX.XX. XX. XX. XX. X

Номер позиции сборочной единицы

Номер чертежа по заданию

Год выпуска учебной работы

Индекс учебной работы

Шифр специальности

Индекс вида обучения

2.6 Список использованных источников

Список использованных источников указывается в соответствии с действующими нормами для научно - технической литературы.

Сведения о книгах (учебники, справочники и др.) должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие книги (без кавычек), год издания, объём в страницах.

2.7 Защита курсового проекта

В процессе подготовки к защите студент готовит доклад на 5 минут. В докладе должно быть раскрыто содержание курсового проекта, раскрыты главные положения, больше половины доклада должно быть посвящено практической части, заканчивается доклад выводами и предложениями.

Защита курсового проекта осуществляется перед комиссией, состоящей из преподавателей.

2.8 Критерии оценки курсового проекта

Курсовой проект оценивается по пятибалльной системе. Критериями оценки курсовой работы по дисциплине являются:

- качество содержания работы (достижение сформулированной цели и решение задач исследования, полнота раскрытия темы, системность подхода, отражение знаний литературы и различных точек зрения по теме, нормативно-правовых актов, аргументированное обоснование

выводов и предложений);

- соблюдение графика выполнения курсового проекта;
- обоснование актуальности выбранной темы;
- соответствие содержания выбранной теме;
- соответствие содержания глав и параграфов их названию;
- логика, грамотность и стиль изложения;
- наличие практических рекомендаций;
- внешний вид работы и ее оформление, аккуратность;
- соблюдение заданного объема работы;
- наличие хорошо структурированного плана, раскрывающего содержание темы

курсовой работы;

- наличие сносок и правильность цитирования;
- качество оформления рисунков, схем, таблиц;
- правильность оформления списка использованной литературы;
- достаточность и новизна изученной литературы;
- ответы на вопросы при публичной защите проекта.

Оценка **«отлично»** выставляется при выполнении курсового проекта в полном объеме; используется основная литература по проблеме, работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

Оценка **«хорошо»** выставляется при выполнении курсового проекта в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при выполнении курсового проекта в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, когда студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них.

Положительная оценка выставляется в ведомость и зачетную книжку. Студент, получивший неудовлетворительную оценку, должен доработать курсовую работу. В этом случае смена темы недопускается.

Оценка уровня сформированности профессиональных и общих компетенций во время подготовки и защиты курсового проекта по профессиональному модулю определяется руководителем по универсальной шкале оценки образовательных достижений, которые включают в себя основные показатели оценки результатов.

3 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ВВЕДЕНИЕ Ошибка! Закладка не определена.4

РАЗДЕЛ 1 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО МОНТАЖУ, РЕМОНТУ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ _____ СТАНКА _____ УЧАСТКА ООО «МРК» Ошибка! Закладка не определена.5

1.1 Назначение, устройство и работа станка _____ Ошибка! Закладка не определена.5

1.2 Краткое описание организации ТООР Ошибка! Закладка не определена.6

1.3 Техническое обслуживание и ремонт станка _____ Ошибка! Закладка не определена.8

1.4 Смазывание привода станка ____, карта смазывания Ошибка! Закладка не определена.9

РАЗДЕЛ 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ Ошибка! Закладка не определена.11

Исходные данные Ошибка! Закладка не определена.11

2.1 Кинематический расчет привода (коробки скоростей/коробки подачи) станка (марка), график частот Ошибка! Закладка не определена.12

2.2 Определение параметров зубчатого зацепления Ошибка! Закладка не определена.13

2.3 Расчет зубчатой передачи Ошибка! Закладка не определена.18

2.4 Расчет сил в зацеплении Ошибка! Закладка не определена.21

2.5 Проверочный расчет передачи Ошибка! Закладка не определена.22

РАЗДЕЛ 3 ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАНИЙ ПОДЧИНЕННЫМ ПЕРСОНАЛОМ С СОБЛЮДЕНИЕМ НОРМ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА Ошибка! Закладка не определена.25

3.1 Мероприятия по технике безопасности и противопожарная защита в цехе _____ цех ООО «МРК» Ошибка! Закладка не определена.25

3.2 Вредные производственные факторы в условиях цеха Ошибка! Закладка не определена.30

ЗАКЛЮЧЕНИЕ Ошибка! Закладка не определена.31

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ Ошибка! Закладка не определена.32

4 ПРИМЕР РАСЧЁТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1 Расчет энергосиловых параметров привода коробки скоростей станка 16Б16

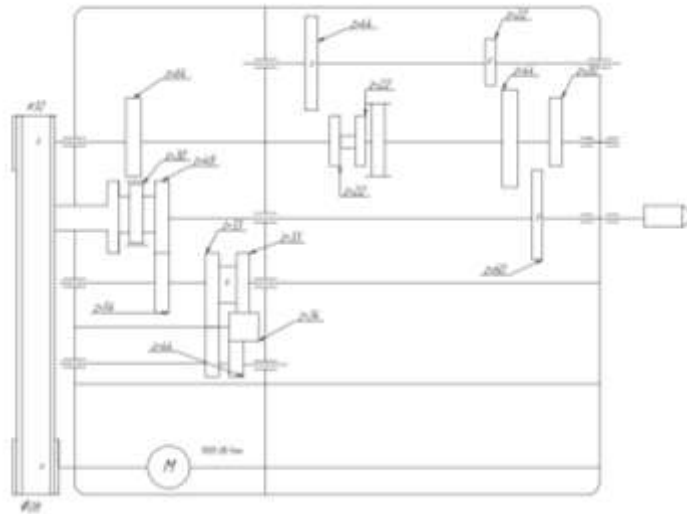


Рис.1

Исходные данные:

Обороты шпинделя 300 Об/мин.

Обороты двигателя 1000 Об/мин.

Определяем общее передаточное число по формуле:

$$U = \frac{1000}{300} = 3,33 \quad (1)$$

Определяем передаточное число ремённой передачи по формуле:

$$\frac{D_{\text{наиб}}}{D_{\text{наим}}} = \frac{32}{28} = 1,14, \# \quad (2)$$

Определяем передаточное отношение между общим передаточным числом и числом ремённой передачи:

$$MKS = \frac{3,33}{1,14} = 2,92, \# \quad (3)$$

Определяем передаточное отношение зубчатого зацепления:

$$Z1 = \frac{44}{33} = 2,19, \# \quad (4)$$

$$Z2 = \frac{44}{22} = 2$$

$$Z3 = \frac{20}{60} = 0,97$$

Определяем крутящий момент на валу по формуле:

$$n = \frac{1000}{1,14} = 877,19 \frac{\text{Об}}{\text{мин}}, \# \quad (5)$$

Определяем число оборотов с выбранных зубчатых зацеплений на шпиндель:

$$u_{ks} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 = 3,10 \cdot 3,10 \cdot 100 = 310 \text{ Об/мин}\# \quad (6)$$

Погрешность в 10 оборотов

4.1.1 Кинематический расчет привода (коробки скоростей/коробки подач) станка (марка), график частот

Таблица 1

Рекомендуемые значения КПД и передаточных чисел механических передач

Тип передачи	η	u
Зубчатая в закрытом корпусе (редуктор):		
-цилиндрические колеса	0,96...0,98	2...6
-конические колеса	0,96...0,97	1...5
Зубчатая открытая	0,95...0,96	2...5
Червячная в закрытом корпусе при числе витков (заходов) червяка:		
$Z_1=1$	0,70...0,75	16...50
$Z_1=2$	0,80...0,85	16...50
$Z_1=4$	0,85...0,95	16...50
Цепная закрытая	0,95...0,97	1,5...5
Цепная открытая	0,90...0,95	1,5...5
Ременная:		
-плоским ремнем	0,96...0,98	2...3
-клиновыми ремнями	0,95...0,97	2...3
Муфта соединительная	0,98	-
Подшипники качения (одна пара)	0,98	-

Вращающий момент:

$$T_{вых} = \frac{1000}{4,6 * 9500} = 266,6 \text{ Т, Нм\#} \quad (7)$$

$$T1 = T_{вых} \cdot u_{ремня} \cdot \eta_{ремня} = 0,037 \cdot 1,14 \cdot 0,96 = 291,1, \# \quad (8)$$

$$T2 = T1 \cdot u_1 \cdot \eta_{з.з.} = 29,11 \cdot 2,19 \cdot 0,97 = 618,3$$

Угловые скорости ведущего и ведомого валов:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 817,19}{30} = 91,81 \frac{рад}{с}, \# \quad (9)$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_1} = \frac{91,81}{2,19} = 41,92 \frac{рад}{с}, \quad (10)$$

Частота вращения ведущего вала:

$$n_1 = 877,19 \quad (11)$$

Частота вращения ведомого вала: 90=

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1} = \frac{877,19}{2,19} = 400,54 \frac{об}{мин}$$

4.2 Определение параметров зубчатого зацепления

Материалы для изготовления зубчатых колес подбирают по табл. 2

Передачи со стальными зубчатыми колёсами имеют минимальную массу и габариты, тем меньше, чем выше твёрдость рабочих поверхностей зубьев, которая, в свою очередь, зависит от марки стали и от варианта термической обработки (ТО). Чем выше твёрдость рабочей поверхности зубьев, тем выше допускаемые напряжения и тем меньше размеры передачи.

Таблица 2 -Механические характеристики сталей, используемых для изготовления зубчатых колёс

Марка стали	Термообработка	Твердость зубьев		$\sigma_T, \text{МПа}$
		В сердцевине	На поверхности	
45	Улучшение Улучшение	235...262 HB	235...262 HB	540
		269...302 HB	269...302 HB	650
40X	Улучшение Улучшение и закалка ТВЧ	235...262 HB	235...262 HB	640
		269...302 HB	48...53 HRC	750
40XH, 35XM	Улучшение Улучшение и закалка ТВЧ	235...262 HB	235...262 HB	630
		269...302 HB	48...53 HRC	750
20X 20XHM 18XГТ, 12XHA 25XГМ	Улучшение цементация и закалка	300...400 HB	56...63 HRC	800

Твёрдость - сопротивление материала местной пластической деформации, возникающей при внедрении в него более твёрдого тела - наконечника (индентора).

В большинстве случаев твёрдость определяется по размерам оставшегося на поверхности отпечатка стального шарика (твёрдость по Бринеллю, условное обозначение HB, например: 300 HB - т.е. твёрдость по Бринеллю 300 единиц), либо алмазного конуса (твёрдость по Роквеллу, условное обозначение HRC, например: 50 HRC - т.е. твёрдость по Роквеллу 50 единиц).

Для равномерного изнашивания зубьев колёс и лучшей их прирабатываемости друг к другу, твёрдость шестерни HB_1 назначают больше твёрдости колеса HB_2 на 20...50 единиц.

Из табл. 2.1 и для шестерни и для колеса выбираем сталь 40X, термообработку - улучшение и закалка ТВЧ. Соотношение единиц твердости по Роквеллу (HRC) и единиц твёрдости по Бринеллю (HB) принимаем по табл. 2.2. Твердость шестерни HRC₁53 (HB₁ 522), твердость колеса HRC₂ 248 (HB₂460).

Таблица 3 - Соотношение единиц твердости по Роквеллу и единиц твердости по Бринеллю

HRC	47	48	51	53	55	60	62	65
HB	440	460	495	522	540	600	620	670

Выбираем материал зубчатого зацепления

Сталь 40х

HRC₁53 (HB₁ 522)

HRC₂ 248 (HB₂460)

Средняя твердость рабочих поверхностей зубьев:

$$HB_{cp} = 0,5 \cdot (HB_1 + HB_2) = 0,5 \cdot (522 + 460) = 491, \#(13)$$

$$HRC_{cp} = 0,5 \cdot (HRC_1 + HRC_2) = 0,5 \cdot (53 + 48) = 50,5.$$

Базовые числа циклов нагружений:

-при расчете на контактную прочность

$$N_{HG} = 30 \cdot HB_{cp}^{2,4} = 30 \cdot 491^{2,4} = 86241606 < 12 \cdot 10^7, \quad (14)$$

-при расчете на изгиб:

$$N_{FG} = 4 \cdot 10^6.$$

Время работы передачи в часах L_h ; при числе лет $L_r = 5$; коэффициенте годового использования $K_{год} = 0,8$; и коэффициенте суточного использования $K_{сут} = 0,9$;

$$L_h = L_r \cdot 365 \cdot K_{год} \cdot 24 \cdot K_{сут} = 5 \cdot 365 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 0,9 = 31536 \text{ ч.}, \quad (15)$$

Действительные числа циклов перемены напряжений:

-для шестерни

$$N_1 = 60 \cdot n_1 \cdot L_h = 60 \cdot 877,19 \cdot 31536 = 1659783830 \quad (16)$$

-для колеса

$$N_2 = 60 \cdot n_2 \cdot L_h = 60 \cdot 400,54 \cdot 31536 = 757885766,4 \quad (17)$$

Коэффициент долговечности при расчете по контактным напряжениям:

$$Z_N = \sqrt[6]{\frac{N_{HG}}{N}}; \text{при условии } 1 \leq Z_N \leq Z_{Nmax}, \quad (18)$$

Коэффициент долговечности при расчете на изгиб:

$$Y_N = \sqrt[q]{\frac{N_{FG}}{N}}; \text{при условии } 1 \leq Y_N \leq Y_{Nmax}, \quad (19)$$

$Y_N = 4$ и $q = 6$ для улучшенных зубчатых колес;

$Y_N = 6$ и $q = 9$

для закаленных и поверхностно упрочненных зубьев:

$$Y_{N1} = \sqrt[9]{4 \cdot \frac{10^6}{1659783830,4}} = 0,512 \quad (20)$$

$$Y_{N2} = \sqrt[9]{4 \cdot \frac{10^6}{757885766,4}} = 0,558 \quad (21)$$

таким образом, принимаем $Y_{N1,2} = 1$, т.к. $N \geq N_{FG}$

По таблице 4 рассчитываем:

-предел контактной выносливости зубьев:

$$\sigma_{Hlim} = 14 \cdot HRC_{cp} + 170 = 14 \cdot 50,5 + 170 = 877 \text{ МПа}, \quad (22)$$

-предел выносливости зубьев при изгибе:

$$\sigma_{Flim} = 310 \text{ МПа}.$$

Пределы контактной выносливости σ_{Hlim} и выносливости при изгибе σ_{Flim}

Таблица 4 - Пределы контактной выносливости σ_{Hlim} и выносливости при изгибе σ_{Flim}

Способ термической или химикотермической обработки	Марка стали	$\sigma_{Hlim}, \text{МПа}$	$\sigma_{Flim}, \text{МПа}$
Улучшение	45, 40X, 40XH, 35XM	$1,8 \cdot HB_{cp} + 67$	$1,03 \cdot HB_{cp}$
Поверхностная закалка	40X, 40XH, 35XM	$14 \cdot HRC_{cp} + 170$	310
Цементация и закалка	20X, 20XHM, 18XГТ, 12XHA, 25XГМ	$19 \cdot HRC_{cp}$	480

Определяем допускаемые контактные напряжения для шестерни и колеса:

$$[\sigma]_{H1} = \sigma_{Hlim} \cdot Z_{N1} = 877 \cdot 1 = 877 \text{ МПа} \quad (23)$$

$$[\sigma]_{H2} = \sigma_{Hlim} \cdot Z_{N2} = 877 \cdot 1 = 877 \text{ МПа}$$

Определяем допускаемые напряжения изгиба для шестерни и колеса:

$$[\sigma]_{F1} = \sigma_{Flim} \cdot Y_{N1} = 310 \cdot 1 = 310 \text{ МПа}, \quad (24)$$

$$[\sigma]_{F2} = \sigma_{Flim} \cdot Y_{N2} = 310 \cdot 1 = 310 \text{ МПа}$$

Допускаемое рабочее контактное напряжение для косозубых колес:

$$[\sigma]_H = 0,45 \cdot ([\sigma]_{H1} + [\sigma]_{H2}) = 0,45 \cdot (877 + 877) = 789,3 \text{ МПа} \quad (25)$$

4.3 Расчет зубчатой передачи

Предварительно принимаем коэффициент межосевого расстояния для косозубой передачи $K_a = 43$.

Коэффициент ширины зубчатого колеса ψ_{ba} назначают в зависимости от положения колёс относительно опор:

При симметричном расположении	0,315...0,4.
При несимметричном расположении	0,25...0,4.
При консольном расположении	
одного или обоих колес	0,2...0,25.
Для передач внутреннего зацепления	0,315...0,4.
Для шевронных передач	0,4...0,5.
Для коробок передач	0,1...0,2.

Меньшие значения ψ_{ba} для передач с твердостью зубьев колеса более 45 HRC.

Значения ψ_{ba} принимают по ГОСТ 2185-66 из ряда стандартных: 0,100; 0,125; 0,160; 0,200; 0,250; 0,315; 0,400; 0,500; 0,630; 0,800; 1,0; 1,25.

Коэффициент ширины зубчатого колеса при симметричном расположении опор выбираем $\psi_{ba} = 0,315$.

Меньшие значения ψ_{ba} для передач с твердостью зубьев колеса более 45 HRC.

Определяем коэффициент ширины в долях диаметра:

$$\psi_{bd} = 0,5 \cdot \psi_{ba} \cdot (u_1 + 1) = 0,5 \cdot 0,315 \cdot (2,19 + 1) = 0,502 \quad (26)$$

Рассчитываем коэффициент неравномерности распределения нагрузки:

$$K_{HB} = 1 + 2 \cdot \frac{\psi_{bd}}{S} = 1 + 2 \cdot \frac{0,502}{8} = 1,806 \quad (27)$$

Индекс $S = 8$, соответствующий симметричному расположению шестерни относительно опор, выбираем из табл. 5

Таблица 5 - Значение индекса S

Расположение шестерни относительно опор	S
Консольное, опоры-шарикоподшипники	1
Консольное, опоры-роликподшипники	2
Несимметричное	4
Симметричное	8

Определяем межосевое расстояние:

$$a_w \geq K_a \cdot (u + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{HB}}{[\sigma]_H^2 \cdot u^2 \cdot \psi_{ba}}} = \quad (28)$$

$$= 43 \cdot (2,19 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{618,3 \cdot 10^3 \cdot 1,806}{786,15^2 \cdot 2,19^2 \cdot 0,315}} = 481,56 \text{ мм}$$

где, T_2 — Нмм; $[\sigma]_H$ — МПа; u — передаточное число зубчатой передачи.

Вычисленное межосевое расстояние округляют до ближайшего стандартного значения по ГОСТ 2185-66 (в мм):

1-й ряд (предпочтительный): 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500;

2-ряд: 71, 90, 112, 140, 180, 224, 280, 355, 450, 560, 710, 900, 1120, 1400, 1800, 2240.

После округления принимаем $a_w = 500 \text{ мм}$.

где, T_2 — Нмм; $[\sigma]_H$ — МПа; u — передаточное число зубчатой передачи.

После округления принимаем $a_w = 500 \text{ мм}$.

Нормальный модуль зацепления принимают по следующей рекомендации:

при твердости поверхности зубьев колес $\leq 350 \text{ HB}$

$$m_n = (0,01 \dots 0,02) \cdot a_w \quad (29)$$

при твердости $\geq 45 \text{ HRC}$ (как в нашем случае):

$$m_n = (0,016 \dots 0,0315) \cdot a_w = 0,016 \cdot 500 = 8 \text{ мм}, \quad (30)$$

Модуль принимают из ряда стандартных значений (ГОСТ .9563- 80):

1-й ряд (предпочтительный): 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0.

2-й ряд: 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7,0; 9,0.

Принимаем стандартный $m_n = 8 \text{ мм}$.

Предварительно принимаем угол наклона зубьев колес $\beta = 10^\circ$; $\cos\beta = 0,9844$;

Делительные диаметры шестерни и колеса:

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot Z_1 = \frac{8}{0,9844} \cdot 33 = 268,18 \text{ мм} \quad (31)$$
$$d_2 = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot Z_2 = \frac{8}{0,9844} \cdot 44 = 357,57 \text{ мм}$$

Диаметры вершин зубьев:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n = 268,18 + 2 \cdot 8 = 284,18 \text{ мм} \quad (32)$$
$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n = 357,57 + 2 \cdot 8 = 373,57 \text{ мм}$$

Диаметры впадин зубьев:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m_n = 268,18 - 2,5 \cdot 8 = 248,18 \text{ мм} \quad (33)$$
$$d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m_n = 357,57 - 2,5 \cdot 8 = 337,57 \text{ мм}$$

Ширина колеса:

$$b_2 = \psi_{ba} \cdot a_w = 0,315 \cdot 500 = 157,5 \text{ мм} \quad (34)$$

Все линейные параметры (размеры) которые не нормированы, назначают согласно стандарту ГОСТ 6636 - 69 на нормальные линейные размеры (см. табл. 6).

По табл.6 принимаем $b_2 = 160 \text{ мм}$.

Ширина шестерни:

$$b_1 = b_2 + 5 = 160 + 5 = 165 \text{ мм} \quad (35)$$

Окружная скорость колес:

$$V = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2} = \frac{91,81 \cdot 0,0268}{2} = 2,46 \frac{м}{с} \quad (36)$$

Степень точности передачи при такой окружной скорости для непрямоугольных цилиндрических колес принимаем восьмью (по табл. 7).

Таблица 6 Нормальные линейные размеры

3,2	7,5	18	42	100	240	560
3,4	8,0	19	45/47	105	250	600
3,6	8,5	20	48	110	260	630
3,8	9,0	21	50/52	120	280	670
4,0	9,5	22	53/55	125	300	710
4,2	10	24	56	130	320	750
4,5	10,5	25	60/62	140	340	800
4,8	11	26	63/65	150	360	850
5,0	11,5	28	67/70	160	380	900
5,3	12	30	71/72	170	400	950
5,6	13	32	75	180	420	
6,0	14	34/35	80	190	450	
6,3	15	36	85	200	480	
6,7	16	38	90	210	500	
7,1	17	40	95	220	530	

Примечание: под косой чертой приведены размеры посадочных мест для подшипников качения

Таблица 7 - Значения допустимых окружных скоростей зубчатых колес

Степень точности, ГОСТ 1643-81	Допустимая окружная скорость V, м/с			
	Прямоугольных		Непрямоугольных	
	Цилиндрических	Конических	Цилиндрических	Конических
6 (передачи повышенной точности)	До 20	До 12	До 30	До 20
7 (передачи нормальной точности)	>>12 >>6	>>8 >>4	>>20 >>10	>>10 >>7
8 (передачи пониженной точности)	>>2	>>1,5	>>4	>>3
9 (передачи низкой точности)				

4.4 Расчет сил в зацеплении

$$F_t = \frac{2 \cdot T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 91,81}{0,3575} = 513,26 \text{ H} \quad (37)$$

Радиальная сила:

$$F_r = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} \beta}{\cos \beta} = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} 20^\circ}{\cos \beta} = \frac{513,26 \cdot 0,53}{0,9844} = 276,33 \text{ H} \quad (38)$$

Осевая сила:

$$F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta = 513,26 \cdot 0,17888 = 91,81 \text{ H} \quad (39)$$

4.5 Проверочный расчет передачи

Выбираем коэффициенты, необходимые для дальнейших расчётов.

Коэффициент, учитывающий распределения нагрузки между зубьями $K_{H\alpha}$, в зависимости от окружной скорости и степени точности передачи, определяем по табл. 8

Таблица 8 - Значение $K_{H\alpha}$ и $K_{F\alpha}$ для косозубых и шевронных передач

Степень точности	$K_{F\alpha}$	$K_{H\alpha}$				
		Окружная скорость V, м/с.				
		до 1	5	10	15	20
6	0,72	1	1,02	1,03	1,04	1,05
7	0,81	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12
8	0,91	1,06	1,09	1,13	-	-
9	1,0	1,1	1,16	-	-	-
Примечание: для прямозубых колес $K_{H\alpha} = 1$, $K_{F\alpha} = 1$						

Принимаем $K_{H\alpha} = 1,1$.

Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий $K_{H\beta}$, определяем по табл. 9

Таблица 9 - Значения коэффициента $K_{H\beta}$

φ_{bd}	Твердость поверхности зубьев	
	$HB \leq 350$	$HB > 350$

$= \frac{b}{d_1}$	I	II	III	I	II	III
0,4	1,15	1,04	1,0	1,33	1,08	1,02
0,6	1,24	1,06	1,02	1,50	1,14	1,04
0,8	1,30	1,08	1,03	-	1,21	1,06
1,0	-	1,11	1,04	-	1,29	1,09
1,2	-	1,15	1,05	-	1,36	1,12
1,4	-	1,18	1,07	-	-	1,16
1,6	-	1,22	1,09	-	-	1,21
1,8	-	1,25	1,11	-	-	-
2,0	-	1,30	1,14	-	-	-
Данные приведенные в столбце I, относятся к передачам с консольным расположением зубчатого колеса, II- к передачам с несимметричным расположением колес по отношению к опорам, III-к передачам с симметричным расположением.						

Принимаем

$$K_{H\beta} = 1,02; \text{ при } \psi_{ba} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{165}{268,18} = 0,604 \quad (40)$$

Коэффициент, учитывающий внутреннюю динамическую нагрузку K_{HV} определяем по табл. 10

Таблица 10- Значения коэффициентов K_{HV} и K_{FV}

Передача	Твердость поверхности зубьев, HB	K_{FV}	K_{HV}			
			Окружная скорость, V, м/с			
			до 5	10	15	20
			Степень точности			
			8		7	
Прямозубая	≤ 350	1,4	1,05	-	-	-
	> 350	1,2	1,1	-	-	-
Косозубая и шевронная	≤ 350	1,2	1,0	1,01	1,02	1,05
	> 350	1,1	1,0	1,05	1,07	1,10

Принимаем $K_{HV} = 1,05$.

Определяем расчетное контактное напряжение:

$$\sigma_H = 376 \cdot \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{HV} \cdot F_t \cdot (u + 1)}{d_2 \cdot b_2}} =$$

$$= 376 \cdot \sqrt{\frac{1,16 \cdot 1,02 \cdot 1,05 \cdot 513,26 \cdot (2,19 + 1)}{357,57 \cdot 157,5}} = 139,69 \text{ МПа}$$
(41)

Т.к. $\sigma_H < (0,85 \dots 1,05) \cdot [\sigma]_H = (0,85 \dots 1,05) \cdot 789,3 = 139,69 \dots 828 \text{ МПа}$, то условие прочности по контактным напряжениям выполнено. При несоблюдении этого условия изменяют b_2 или d_2 (и, следовательно a_w).

Выбираем коэффициенты, необходимые для проверки колес по изгибающим напряжениям.

Коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями (табл. 8): $K_{F\alpha} = 1,0$.

Коэффициент, учитывающий внутреннюю динамическую нагрузку (табл. 10): $K_{FV} = 1,1$.

Определяем коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий:

$$K_{F\beta} = 1 + \frac{1,5 \cdot \psi_{bd}}{S} = 1 + \frac{1,5 \cdot 0,315}{8} = 1,59$$
(42)

здесь $S = 8$ - индекс схемы (тот же, что и в формуле 27).

Определяем коэффициент, учитывающий наклон зуба:

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^0}{140} = 1 - \frac{10,142^0}{140} = 0,9276$$
(43)

Определяем приведённое число зубьев колеса:

$$Z_{V2} = \frac{Z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{44}{\cos^3 10,142^0} = \frac{44}{0,954} = 46,12$$
(44)

По табл. 11, в зависимости от $Z_{V2} = 90,2$, принимаем коэффициент $Y_{FS2} = 3,605$ учитывающий форму зуба и концентрацию напряжений.

Таблица 11 - Значения коэффициента Y_{FS} для внешнего зацепления без смещения

Z или Z_V	17	20	22	24	26	28	30
Y_{FS}	4,3	4,08	3,98	3,92	3,88	3,84	3,8
Z или Z_V	35	40	45	50	65	80	≥ 100
Y_{FS}	3,75	3,7	3,66	3,65	3,62	3,61	3,6

Для шестерни:

$$Z_{V1} = \frac{Z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{33}{\cos^3 10,142^\circ} = \frac{33}{0,954} = 34,59 \quad (45)$$

Значения коэффициента Y_{FS} для внешнего зацепления без смещения

По табл. 11 принимаем $Y_{FS1} = 4,1$.

Определяем расчётное изгибающее напряжение в зубьях колеса:

$$\sigma_{F2} = \frac{K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot Y_\beta \cdot Y_{FS2} \cdot F_t}{b_2 \cdot m_n} = \frac{1,16 \cdot 1,18 \cdot 1,05 \cdot 0,9276 \cdot 3,75 \cdot 513,26}{50 \cdot 3} = \quad (46)$$

$$= 203 \text{ МПа}$$

Расчетное изгибающее напряжение в зубьях шестерни:

$$\sigma_{\square 1} = \sigma_2 \cdot \frac{\sigma_{\square \square 1}}{\sigma_{\square \square 2}} = 203 \cdot \frac{3,65}{3,75} = 197 \text{ МПа} \quad (47)$$

Т.к. соблюдаются требования:

$$\sigma_{\square 2} < 1,1 \cdot [\sigma]_{\square 2} = 1,1 \cdot 310 = 341 \text{ МПа} \quad (48)$$

$$\sigma_{\square 1} \leq 1,1 \cdot [\sigma]_{\square 1} = 341 \text{ МПа},$$

то условие прочности по изгибающим напряжениям выполнено.

Удачи вам в разработке и защите курсового проекта!

Форма титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж

ОПЦ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

по ПМ.02 Организационно-технологическое обеспечение технического обслуживания,
эксплуатации промышленного (технологического) оборудования (по отраслям)

на тему:

Исполнитель: _____ студент _____ курса, группа

Руководитель: _____ / _____
(Ф.И.О., должность, уч. степень, уч. звание)

Работа допущена к защите — _____ || _____ 20 ____ г.
(подпись)

Работа защищена — _____ || _____ 20 ____ г. с оценкой
(оценка) (подпись)

Магнитогорск, 20__

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тема: _____

Студент _____

Задание

Исходные
данные: _____

Состав и содержание проекта (работы)

Срок сдачи: «_____» _____ 20__ г.

Руководитель: _____ / _____
«_____» _____ 202__ г.

Задание получил: _____ / _____
«_____» _____ 202__ г.

Магнитогорск, 20__

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курсовое проектирование деталей машин : учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 414 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-004336-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1906706> (дата обращения: 29.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Гуртяков, А. М. Металлорежущие станки. Расчет и проектирование : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. М. Гуртяков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 135 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08481-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491032> (дата обращения: 29.04.2025).
3. Смелягин, А. И. Теория механизмов и машин. Курсовое проектирование : учебное пособие / А.И. Смелягин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 263 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009237-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1939943> (дата обращения: 29.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
4. Рукин, Ю. Б. Механика машин и конструирование привода: курсовое проектирование : учебное пособие / Ю. Б. Рукин, Р. А. Жилин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 220 с. - ISBN 978-5-9729-1069-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902769> (дата обращения: 29.04.2025). – Режим доступа: по подписке.