

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МДК.01.02 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

специальность

Шебекино, 2023 г.

Составлена на основе Федерального Государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования

УТВЕРЖДАЮ

Зам.директора (по УМР)

_____ В.Н. Долженкова

«___» _____ 2023 г.

Организация-разработчик ОГАПОУ «Шебекинский техникум промышленности и транспорта»

Разработчик (и):

Преподаватель ОГАПОУ
«Шебекинский техникум
промышленности и транспорта»

подпись

А.В. Тулина

И.О. Фамилия

Рассмотрена и одобрена на заседании ЦК _____

Протокол № _____

от _____. _____ 2023

Председатель ЦК _____

Шебекино, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**
- 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 5. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ В
ДРУГИХ ПООП**

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) утв. Приказом МОН РФ 09.12.2016 г. № 1580, зарегистрирован в Мин.юст. РФ 26.12.2016 г. № 44904

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: Профессиональный цикл

1.3. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- определять целостность упаковки и наличие повреждений оборудования;
- определять техническое состояние единиц оборудования;
- поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места;
- осуществлять наладку оборудования в соответствии с данными из технической документации изготовителя и ввод в эксплуатацию;
- регулировать и настраивать программируемые параметры промышленного оборудования с использованием компьютерной техники;
- анализировать по показаниям приборов работу промышленного оборудования;
- производить подготовку промышленного оборудования к испытанию;
- производить испытание на холостом ходу, на виброустойчивость, мощность, температурный нагрев, чистоту обработки деталей, жесткость, точность в соответствии с техническим регламентом с соблюдением требований охраны труда;
- контролировать качество выполненных работ;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- виды передач, их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;
- кинематику механизмов, соединения деталей машин;
- типы, назначение, устройство редукторов и подшипников;
- назначение, устройство и параметры приборов и инструментов, необходимых для выполнения наладки промышленного оборудования;
- характер соединения основных сборочных единиц и деталей, основные типы смазочных устройств;
- методы регулировки параметров промышленного оборудования;
- методы испытаний промышленного оборудования;
- технология пусконаладочных работ при введении в эксплуатацию промышленного оборудования с учетом специфики технологических процессов;
- технический и технологический регламент проведения испытания на холостом ходу, на виброустойчивость, мощность, температурный нагрев, чистоту обработки деталей, жесткость, точность;
- средства контроля при пусконаладочных работах

В результате освоения дисциплины обучающийся осваивает элементы компетенций:

ОК.1-8

ОК.9-10

ПК.1.1.

ПК.1.3

Перечень профессиональных компетенций элементы которых формируются в рамках дисциплины

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 3.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 6.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей
ОК 7.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 9.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ПК.1.1	Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу
ПК.1.3	Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией

Код личностных результатов реализации программы воспитания	Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)
ЛР 34	.Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию при монтаже, технической эксплуатации и ремонте оборудования
ЛР 35	.Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя

ЛР 36 .	Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов
ЛР 37.	Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования
ЛР 38	Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу
ЛР 39 .	Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией
ЛР43	Проявлять доброжелательность к окружающим, деликатность, чувство такта и готовность оказать услугу каждому кто в ней нуждается.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Суммарная учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем	126
<i>Самостоятельная работа¹</i>	8
Объем образовательной программы	106 (82*-106%)
теоретическое обучение	86
лабораторные работы (если предусмотрено)	
практические занятия (если предусмотрено)	20
курсовая работа (проект) (если предусмотрено)	
контрольная работа	
<i>консультации</i>	12
Промежуточная аттестация проводится в форме диф. зачет	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «МДК.01.02 Осуществление пусконаладочных работ промышленного оборудования»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций	Код личностных результатов реализации программы воспитания ЛР
1	2	3	4	
Введение	Введение в дисциплину. Роль пусконаладочных работ промышленного оборудования в производстве	2		
Раздел 1.				
Тема 1.1. Основные положения	Содержание учебного материала	8	ОК.1-ОК.2, ПК.1.1	ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 .
	Цели и задачи раздела. Механизм, машина, деталь, сборочная единица.	2		
	Требования, предъявляемые к машинам, деталям и сборочным единицам.	2		
	Критерии работоспособности и расчета деталей машин.	2		
	Прочность, жесткость износостойкость, коррозионная стойкость, теплостойкость виброустойчивость - общие понятия. Особенности расчета деталей машин	2		
Тема 1.2. Общие сведения о передачах	Содержание учебного материала	8	ОК.1-ОК.2, ПК.1.3.	ЛР 37. ЛР 38 ЛР 39 . ЛР43
	Назначение механических передач и их классификация по принципу действия.	2		
	Передаточное отношение и передаточное число	2		
	Основные кинематические и силовые соотношения в передачах	2		
	Расчет многоступенчатого привода	2		
Тема 1.3. Приводы	Содержание учебного материала.	2	ОК.1-ОК.2, ПК.1.1.	ЛР 36 . ЛР 37. ЛР43
	Основные понятия. Классификация приводов	2		
	В том числе, практических занятий и лабораторных работ			
	Самостоятельная работа обучающихся примерная тематика			
Тема 1.4. Редукторы	Содержание учебного материала.	20 18*	ПК.1.1-ПК.1.3	ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 . ЛР 37.
	Назначение, устройство, классификация. Конструкции одно- и двухступенчатых редукторов.	2		
	Основные параметры редукторов. Виды редукторов	2		
	Планетарные редукторы, волновые зубчатые редукторы, червячные	2		

	редукторы			
	Технологическая карта сборки и разборки редуктора.	2		
	Вариаторы. Цепные, ременные вариаторы. Конструктивные особенности	2		
	В том числе, практических занятий и лабораторных работ			
	Практическое занятие №1. Изучение конструкции зубчатого цилиндрического редуктора.	4		
	Практическая работа №2. Разборка и сборка цилиндрического редуктора	4		
	Самостоятельная работа обучающихся примерная тематика Расчет основных параметров редукторов	2		
Тема 1.5. Мультипликаторы	Содержание учебного материала.	4	ОК.1-ОК.2, ПК.1.1.	ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 .
	Мультипликаторы. Назначение и конструкция. Алгоритм расчета привода.	2		
	В том числе, практических занятий и лабораторных работ			
	Самостоятельная работа обучающихся примерная тематик Мультипликаторы крутящего момента: виды и применение	2		
	Раздел 2			
Тема.2.1 Испытание узлов и механизмов оборудования после монтажа	Содержание учебного материала.	30 26*	ПК.1.1-ПК.1.3	ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 . ЛР 37. ЛР 38 ЛР 39 . ЛР43
	Последовательность выполнения узлов и механизмов оборудования после монтажа	2		
	Технологический процесс испытаний промышленного оборудования после монтажа	2		
	Приборы и приспособления для проверки технической характеристики узлов, агрегатов и машин промышленного оборудования.	2		
	Проверка давления в цилиндрах, давления масла и топлива, воды, пара,	2		
	Проверка подачи насоса, развиваемой мощности, грузоподъемности промышленного оборудования.	2		
	Методы и виды испытаний промышленного оборудования.	2		
	Принцип работы оборудования для проведения испытаний (стенды).	2		
	Практическое занятие №3. Организация работ по испытанию промышленного оборудования после монтажа.	4		
	Способы технического контроля при испытании промышленного оборудования	2		
	Итоговое занятие: Контрольная работа по изученному материалу	2		
	Испытания и обкатка промышленного оборудования после монтажа	2		

	Виды испытаний (статические и динамические) промышленного оборудования	2		
	Виды обкатки машин. Эксплуатационная обкатка: обкатка двигателя на холостом ходу, обкатка машины на холостом ходу и обкатка машины под нагрузкой.	2		
	Самостоятельная работа обучающихся примерная тематика	2		
	Испытание оборудования под нагрузкой и в работе	2		
Тема 2.2. Пусконаладочные работы узлов и механизмов оборудования после монтажа	Содержание учебного материала.	40 38*	ПК.1.1-ПК.1.3	ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 . ЛР 37. ЛР 38 ЛР 39 . ЛР43
	Выполнение пусконаладочных работ	2		
	Последовательность выполнения и средства контроля при пусконаладочных работах	2		
	Технологический процесс пусконаладочных работ.	2		
	Инструкции и правила проведения пусконаладочных работ	2		
	Способы и средства контроля пусконаладочных работ.	2		
	Требования безопасности при наладке и испытаниях оборудования	2		
	Наладка и испытания металлорежущего оборудования	2		
	Испытание трубопроводов	2		
	Пуск и наладка работы насосных агрегатов	2		
	Подготовка к работе и пуск в работу компрессорных агрегатов	2		
	Способы и средства контроля пусконаладочных работ	2		
	Испытания грузоподъемной техники	2		
	Проверка наладки оборудования при новом включении	2		
	Профилактический контроль при наладке оборудования	2		
	Итоговое занятие: контрольная работа по изученному материалу	2		
	В том числе, практических занятий и лабораторных работ	8		
	Практическое занятие №4. Организация пусконаладочных работ промышленного оборудования после монтажа.	4		
	Практическое занятие №5. Организация работ по испытанию компрессора после монтажа.	4		
	Самостоятельная работа обучающихся примерная тематика	2		
	Способы установки и закрепления оборудования на фундаменте	2		
	Консультации	12		
	Самостоятельная работа	8		
	ИТОГО	126		

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы предусмотрены следующие учебные помещения:

- Кабинет «Монтажа, технической эксплуатации и ремонта промышленного оборудования» имеющего посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; комплект учебно-методической документации; наглядные пособия; стенды экспозиционные и технические средства компьютер с лицензионным программным обеспечением, для оснащения рабочего места преподавателя и обучающихся; технические устройства для аудиовизуального отображения информации; аудиовизуальные средства обучения; тренажёры для решения ситуационных задач.

- Мастерская «Монтаж, наладка, ремонт и эксплуатация промышленного оборудования с участком грузоподъемного оборудования», оснащенная в соответствии с п.6.2.2.примерной программы по специальности

3.2. Информационное обеспечение обучения

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемых для использования в образовательном процессе

Основные источники (печатные издания):

1.Синельников А.Ф. Монтаж промышленного оборудования и пусконаладочные работы.Учебник для студ.спо.- М.: «Академия»,2018.

2.Феофанов А.Н.Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.1 (1-е изд.) учебник.-М.: «Академия»,2017.

3.Феофанов А.Н.Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.2 (1-е изд.) учебник.-М.: «Академия»,2017.

Дополнительная литература

1. Схиртладзе А. Г., Феофанов А.Н. , и др.Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: В 2 ч.М.: ИЦ «Академия» 2016.- 272, 256 с.

2. Воронкин Ю.Н., Поздняков Н.В. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. – М.: АКАДЕМИЯ. 2010. – 240 с.: ил.

3. Зайцев Контрольно – измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев. – 3 е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 243 с.

4. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства: учебник: для студ. учреждений сред. проф. образования/ О.С. Моряков.- 2-е изд. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 256 с.

5. Новиков В.Ю.Технология машиностроения: учебник в 2 ч. Часть 1 :для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Новиков– М.: Издат. центр "Академия", 2012г. – 384 с.

6. Гулина, Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В. Гулина. / - М.: Академия, 2013. – 294 с.

7. Куклин, Н.Г. Детали машин [Текст] / Н.Г. Куклин. – М.: Машиностроение 2012. – 185 с.

8. Олофинская, В.П. Детали машин [Текст]: краткий курс и тестовые задания / В.П. Олофинская. – М., Форум-ИНФРА, 2012. - 208 с.

9. Эрдеди, А.А. Детали машин [Текст] / А.А. Эрдеди. – М.: Высшая школа, 2013. – 212 с.

Электронные источники

1. http://master.znay.net/raboty_po_metalu/slesarnye_raboty/instrumentarij_slesarya/slesarnye_instrumenty_obschego_naznacheniya
2. http://fictionbook.ru/author/litagent_yenas/slesarnoe_delo_prakticheskoe_posobie_dlya_slesarya/read_online.html
3. <http://www.bibliotekar.ru/slesar/>

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемые в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 1.1. Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу	Демонстрировать умение применять приобретенные знания об организации рабочего места, устройстве оборудования, назначении узлов и деталей, назначении измерительных инструментов и умения для проведения монтажных работ в соответствии с техническими регламентами и правилами техники безопасности.	Экспертное наблюдение за решением ситуационных задач, практических работ, оценка результатов прохождения практик
ПК 1.3. Производить ввод в эксплуатацию и испытания промышленного оборудования в соответствии с технической документацией ОК 1-7, ОК 9,10	Демонстрировать умение применять приобретенные знания о порядке организации и проведения работ по наладке, испытаниям и вводе в эксплуатацию промышленного оборудования а так же выполнять основные работы по выполнению этих задач в соответствии с техническими регламентами и правилами техники безопасности.	Экспертное наблюдение за решением ситуационных задач, практических работ, оценка результатов прохождения практик

Министерство образования Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение
«Шебекинский техникум промышленности и транспорта»

УТВЕРЖДАЮ
Зам.директора (по УМР)
_____ В.Н. Долженкова
« ____ » _____ 2023 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**МДК.01.02 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

наименование УД/ПМ/

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

специальность

Разработал преподаватель
ОГАПОУ «Шебекинский техникум
промышленности и транспорта»

А.В. Тулина

_____ *подпись*

_____ *И.О. Фамилия*

Рассмотрена на заседании ЦК

Протокол № _____

от _____. _____ 2023 г.

Председатель ЦК _____ Г.В.Долгодуш

Шебекино, 2023

1. Общие положения

1.1 Методическая разработка по организации самостоятельной работы студентов разработана на основе Положения областного государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Шебекинский техникум промышленности и транспорта», Федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования.

1.2 В учебном процессе применяются два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная - предусматривается в плане занятия, выполняется во время учебного занятия под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная - выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Методы самостоятельной работы студентов:

- **наблюдение за единичными объектами** с целью выявить отличительные признаки объектов.
- **сравнительно-аналитические наблюдения** для развития произвольного внимания у студентов, углубления в учебную деятельность.
- **учебное конструирование**, чтобы глубже проникнуть в сущность предмета, найти взаимосвязи в учебном материале, выстроить их в нужной логической последовательности, сделать после изучения темы достоверные выводы;
- **решение учебных и профессиональных задач**, которое способствует запоминанию, углублению и проверке усвоения знаний студентов, формированию отвлечённого мышления, которое обеспечивает осознанное и прочное усвоение изучаемых основ.
- **работа с различными источниками информации** способствует приобретению важных умений и навыков, а именно: выделять главное, устанавливать логическую связь, создавать алгоритм и работать по нему, самостоятельно добывать знания, систематизировать их и обобщать.
- **исследовательская деятельность** - вид деятельности, который подразумевает высокий уровень мотивации обучаемого.

1.2. Объём времени, на самостоятельную работу отражается:

- в тематическом плане рабочей программы;
- в календарно-тематическом плане.

2. Планирование внеаудиторной самостоятельной работы

2.1. Объём времени на самостоятельную работу планируется в соответствии с рабочим учебным планом по специальности 15.02.12 – 8 часов.

2.2. Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем)
- оформление лабораторных и практических работ, отчетов и подготовка к их защите.

3. Организация самостоятельной работы студентов

3.1. Преподаватель выдаёт студентам вопросы, определяет цель и сроки выполнения задания, проводит инструктаж, устанавливает объём и требования к результатам работы, критерии оценки. Инструктаж проводится преподавателем за счёт объёма времени, отведённого на изучение дисциплины.

3.2. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов.

3.3. В учебно-методическом комплексе дисциплины для организации самостоятельной работы студентов в печатном и электронном виде имеются:

- Контрольно-измерительные материалы по дисциплине, включающий контрольные вопросы, перечень понятий и определений, набор ситуационных задач, структуру контрольного задания с критериями оценки, материалы для тематического, рубежного и итогового контроля, тестовые задания в традиционной форме и в электронной оболочке, тематику реферативных работ;
- методические указания для студентов очной формы обучения по выполнению практических и лабораторных работ,
- конспекты лекций, опорные конспекты,
- распечатки материалов для самостоятельного изучения,
- справочники.

4. Контроль самостоятельной работы студентов

4.1. Для контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов предусматриваются: устный и письменный опросы, проверка домашнего задания и др.

4.2. Контроль результатов самостоятельной работы ведется как в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия, так и вне его с представлением продукта творческой деятельности студента.

4.3. Оценки за выполненные внеаудиторные самостоятельные работы студентов выставляются в журнале по пятибалльной системе или словом «зачет».

4.4 Критерии оценки самостоятельной работы студентов педагогом:

- Уровень усвоения студентом теоретического учебного материала;
- Умение использовать теоретические знания при выполнении практических и ситуационных задач;
- Уровень сформированности общеучебных умений;
- Обоснованность и чёткость изложения материала;
- Оформления материала в соответствии с требованиями;
- Показатели творческой деятельности:
 - видение новой проблемы в знакомой ситуации;
 - самостоятельное комбинирование известных способов деятельности в новой ситуации;
 - видение возможных путей решения данной проблемы;
 - построение принципиально нового способа решения проблемы.

Задания для самостоятельной работы

по **МДК.01.02 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

№ п/п	Тема	Кол- во часов	Самостоятельная работа студентов	Литература и дидактический материал для выполнения самостоятельной работы	Вид самостоятельной работы студента. Вид контроля	Примечание
1	Тема 1.4. Редукторы	4	Законспектировать тему: Расчет основных параметров редукторов	Материал предоставлен в методическом указании для выполнения самостоятельной работы (Приложение 1)	Повторная работа над учебным материалом. Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	Конспект
2	Тема 2.1. Испытание узлов и механизмов оборудования после монтажа	2	Законспектировать тему: «Испытание оборудование под нагрузкой и в работе»	Материал предоставлен в методическом указании для выполнения самостоятельной работы (Приложение 2)	Повторная работа над учебным материалом. Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	Конспект
3	Тема 2.2 Пусконаладочные работы	2	Законспектировать тему: «Способы и закрепление оборудования на фундаменте»	Материал предоставлен в методическом указании для выполнения самостоятельной	Повторная работа над учебным материалом. Контроль работы над	Конспект

	узлов и механизмов оборудования после монтажа			работы (Приложение 3)	учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии	
--	---	--	--	-----------------------	---	--

Список информационных ресурсов

Основные источники (печатные издания):

Основные источники (печатные издания):

1. Синельников А.Ф. Монтаж промышленного оборудования и пусконаладочные работы. Учебник для студ. спо. - М.: «Академия», 2018.
2. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.1 (1-е изд.) учебник.-М.: «Академия», 2017.
3. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.2 (1-е изд.) учебник.-М.: «Академия», 2017.

Дополнительная литература

1. Схиртладзе А. Г., Феофанов А.Н. , и др. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: В 2 ч. М.: ИЦ «Академия» 2016.- 272, 256 с.
2. Воронкин Ю.Н., Поздняков Н.В. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. – М.: АКАДЕМИЯ. 2010. – 240 с.: ил.
3. Зайцев Контрольно – измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев. – 3 е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 243 с.
4. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства: учебник: для студ. учреждений сред. проф. образования/ О.С. Моряков.- 2-е изд. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 256 с.
5. Новиков В.Ю. Технология машиностроения: учебник в 2 ч. Часть 1 :для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Новиков– М.: Издат. центр "Академия", 2012г. – 384 с.
6. Гулина, Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В. Гулина. / - М.: Академия, 2013. – 294 с.
7. Куклин, Н.Г. Детали машин [Текст] / Н.Г. Куклин. – М.: Машиностроение 2012. – 185 с.
8. Олофинская, В.П. Детали машин [Текст]: краткий курс и тестовые задания / В.П. Олофинская. – М., Форум-ИНФРА, 2012. - 208 с.
9. Эрдеди, А.А. Детали машин [Текст] / А.А. Эрдеди. – М.: Высшая школа, 2013. – 212 с.

Электронные источники

1. http://master.znay.net/raboty_po_metalu/slesarnye_raboty/instrumentarij_slesarya/slesarnye_instrumenty_obschego_naznacheniya
2. http://fictionbook.ru/author/litagent_yenas/slesarnoe_delo_prakticheskoe_posobie_dlya_slesarya/read_online.html
3. <http://www.bibliotekar.ru/slesar/>

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

2.1 Редуктором называется одна или несколько зубчатых (червячных) передач, помещенных в герметичный корпус с масляной ванной и предназначенных для понижения угловой скорости и увеличения вращающего момента на выходном валу.

Ступень редуктора – передача, связывающая два соседних вала.

Поток редуктора – передача, передающая один поток мощности.

2.2 В самом общем виде зубчатый редуктор должен иметь :

- передачи зацеплением (шестерни и колеса), валы, опоры валов (подшипники);
- систему регулирования зацеплений и "осевой игры" валов (зазоров в подшипниках);
- корпус и крышку с крепежными деталями и штифтами для фиксации относительного положения корпуса и крышки;
- систему смазки с элементами для заливки, контроля и слива масла;
- уплотнения разъемов, входных и выходных концов валов;
- устройства для выравнивания давления внутри корпуса (отдушина);
- устройства для транспортирования (рым-болты, проушины, крюки и др.

2.2.1 В цилиндрических редукторах применяют в основном косозубые передачи. Зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называют шестерней z_1 , с большим числом зубьев – колесом z_2 .

На промежуточных валах направление зубьев шестерни и колеса должны совпадать (для компенсации действия осевых сил). Однако в массовом и крупносерийном производствах оборудование участков для изготовления зубчатых колес специализировано и настроено для нарезания зубьев колес z_2 всех ступеней правым наклоном, а шестерен z_1 – с левым. В этом случае осевые силы в зацеплениях суммируются, увеличивая нагрузку подшипников, но такое "техническое нарушение" в массовом производстве дает большие экономические выгоды, снижая себестоимость изделия за счет уменьшения трудоемкости изготовления без переналадки оборудования.

2.2.2 Так как на натурных редукторах в данной лабораторной работе действительные значения коэффициентов смещения в зацеплениях неизвестны, то последние будем определять только из условия отсутствия подрезания зубьев, и передача будет УСЛОВНО равносместенной.

Основные параметры косозубых цилиндрических передач внешнего зацепления :

- 1) числа зубьев z_1 и z_2 , их суммарное число $z_s = z_1 + z_2$;
- 2) передаточные числа :
 - ступеней $u = z_2 / z_1$: быстходной u_B и тихоходной u_T ;
 - общее редуктора $u_0 = u_B u_T$;
- 3) межосевое расстояние $a_w = 0,5 z_s m / \cos b$ (2.1)
- 4) ширина зубчатого венца b . Рабочая ширина венца $b_w = b$;

5) коэффициент рабочей ширины венца по межосевому расстоянию

$$y_{ba} = b_w / a_w;$$

коэффициент рабочей ширины по начальному диаметру шестерни d_{w1}

$$y_{bd} = b_w / d_{w1} \text{ или } y_{bd} = 0,5 y_{ba} (u + 1).$$

6) модуль зацепления $m = p/p$, где p – шаг зубьев по дуге делительной окружности.

Стандартные значения a_w , u , y_{ba} для цилиндрических зубчатых передач с внешним зацеплением по ГОСТ 2185 – 66 приведены в приложении А.1; нормальные модули m по ГОСТ 9563 – 60 – в приложении А.2.

Если измерить a_w , z_s и найти $\cos b_\phi$ (см. ниже, п.5.7), то по формуле (2.1) ориентировочно можно определить нормальный модуль m_n :

$$m_n \phi = 2 a_w \cos b_\phi / z_s, \quad (2.2)$$

с округлением его до стандартного значения m , соответствующего m_n .

7) Параметры исходного контура цилиндрических зубчатых колес – по ГОСТ 13755-81 :

угол профиля $\alpha = 20^\circ$; высота головки зуба $h_a = h_a^* m$, где $h_a^* = 1$; высота зуба $h = 2,25 m$; радиальный зазор в зацеплении $c = 0,25 m$.

8) После округления модуля по формуле (2.1) уточняется значение угла наклона зубьев b :

$$b = \arccos(0,5 m z_s / a_w). \quad (2.3)$$

Для косых зубьев $[b] = 8 \dots 18^\circ$.

Делительный угол профиля в торцовом сечении

$$\alpha_t = \arctg(\tg 20^\circ / \cos b). \quad (2.4)$$

Основной угол наклона зуба

$$b_b = \arcsin(\sin b \cos 20^\circ). \quad (2.5)$$

9) число зубьев шестерни должно быть проверено на отсутствие подрезания ножки зуба по формуле $z_1^3 z_{1\min} = 17 \cos^3 b$.

При невыполнении этого условия следует рассчитать коэффициент смещения x_1 при нарезании зубьев шестерни $x_1 = 1 - z_1 / z_{1\min}$ при условии $z_1 < z_{1\min}$ и $x_1 > 0$. Если $z_1^3 z_{1\min}$, то в данной лабораторной работе условно

следует принять $x_1 = 0$.

В косозубых и шевронных передачах при малых значениях z_1 рекомендуется высотная коррекция зубьев, т.е. $x_2 = -x_1$ и $x_1 + x_2 = 0$.

10) диаметры окружностей (при $x_1 + x_2 = 0$), мм :

– делительных $d = m z / \cos b$; (2.6)

– начальных $d_{w1} = 2 a_w / (u + 1)$, $d_{w2} = d_{w1} u$; (2.7)

– вершин $d_a = d + 2 m (1 + x)$; (2.8)

– впадин $d_f = d - (2,5 - 2x) m$; (2.9)

11) окружная скорость зубчатых колес $v = p d_{w1} n / (6 \times 10^4)$, м/с, (2.10)

где n – частота вращения зубчатого колеса, мин⁻¹.

2.2.3 Для передачи вращающего момента между валом и колесом служат шпонки, шлицы, штифты и посадки с гарантированным натягом.

Шестерни, как правило, выполняют за одно целое с валом. Колеса – съемные.

Входные и выходные концы валов выполняют коническими по ГОСТ 12081 - 72 (предпочтительные) и цилиндрическими по ГОСТ 12080 - 66.

2.2.4 В качестве опор валов используют подшипники качения. В связи с ростом нагрузок и углов наклона зубьев в цилиндрических редукторах общего назначения все чаще и чаще применяют роликовые конические радиально-упорные подшипники.

Система условных обозначений подшипников качения установлена ГОСТ 3189 – 89 и подробно описана в методических указаниях к лабораторной работе № 10 [3].

В цилиндрических редукторах – валы короткие; опоры односторонние фиксирующие; схема установки подшипников на валах – "враспор".

2.2.5 В цилиндрических передачах зацепления специально не регулируют. Для компенсации погрешностей изготовления и сборки в осевом направлении выполняют $b_1 > b_2$. Регулируют зазоры в подшипниках, обеспечивая при сборке "осевую игру" вала. "Осевая игра" – это допустимые монтажные осевые зазоры вала в комплекте с подшипниками, необходимые для нормальной работы узла и учитывающие последующие рабочие температурные деформации (выборку зазора).

Регулирование "осевой игры" (зазоров в подшипниках) выполняют при помощи регулировочных прокладок, шлифуемых колец, круглых гаек с многолапчатыми шайбами, винтовых регуляторов, пружин и др. В настоящее время зазоры в роликовых конических подшипниках при их установке "враспор" регулируют винтовыми регуляторами (рисунок 1).

На рисунке 1 обозначено: 1 – вал; 2 – подшипник; 3 – корпус редуктора

4 – нажимная шайба; 5 – врезная крышка подшипникового узла с мелкой метрической резьбой ($Md \times p$); 6 – регулировочный винт, ввертываемый в крышку специальным ключом через отверстия 7 в винте; 8 – фиксатор от самоотвинчивания винта 6.

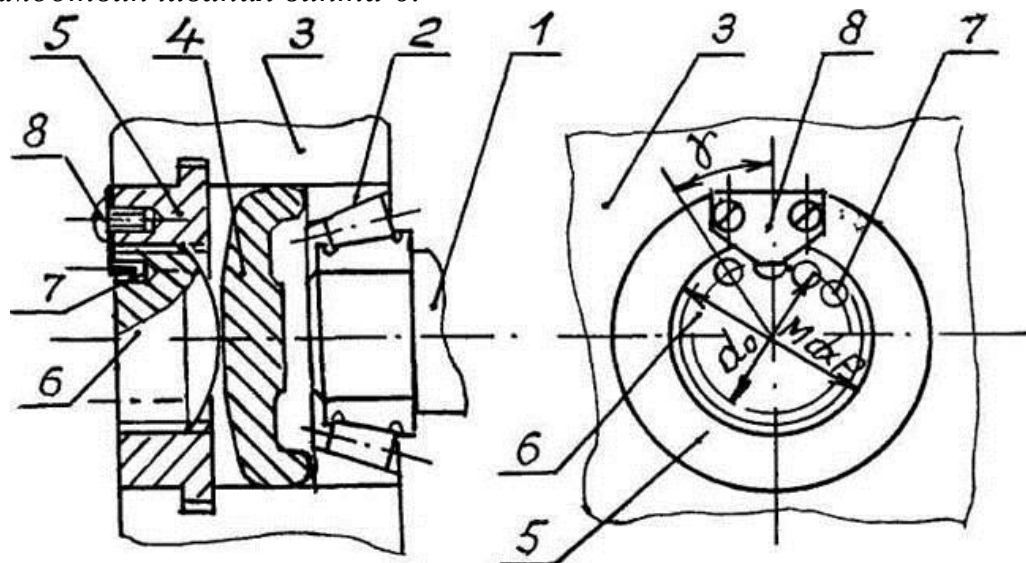


Рисунок 1 – Винтовой регулятор "осевой игры"

За один оборот винта 6 (360°) шайба 4 и с ней наружное кольцо подшипника 2 переместятся в осевом направлении на величину шага

резьбы p . Если винт имеет n отверстий 7 , то минимально возможный его поворот будет на угол $g = 360^\circ / n$, чему соответствует осевое перемещение регулятора (шайбы) на p / n . Отсюда вывод: чем меньше шаг резьбы p и больше число отверстий n (т.е. диаметры d и d_0), тем выше "чувствительность" регулятора и меньше достижимая величина (выше точность) осевого регулирования зазоров.

2.2.6 В массовом и крупносерийном производствах корпуса и крышки редукторов изготавливают литьем из чугуна, стали или силумина; в единичном и мелкосерийном производствах, как правило, – сваркой из стального проката.

Утолщения на корпусных деталях в зонах подшипников называются бобышками. Подшипниковые гнезда снаружи закрывают крышками, которые могут быть накладными (крепятся винтами к корпусу и крышке редуктора) и врезными (вкладываются в проточку корпусных деталей). Врезные крышки более современные и предпочтительные. На крышках устанавливают винтовые регуляторы (рисунок 1).

Выступы для установки крепежных деталей, окантовывающие корпус и крышку по их разьему, называются фланцами. Выступы для крепления корпуса к раме (плите) привода называют лапами.

На бобышках, фланцах, лапах устанавливают винты или болты. Класс прочности болтов должен быть не ниже 6.6. На фланце корпуса выполняют резьбовое отверстие под отжимной болт.

Как правило, окончательная расточка отверстий под подшипники производится за один установ с одной стороны штангой с резцами. Перед расточкой бобышки и фланцы стягивают болтами (винтами), после чего корпус и крышку фиксируют двумя штифтами (расположенными по диагонали), устанавливают на станок и производят расточку отверстий всех валов. Штифты обеспечивают сохранение точности расточки отверстий после разборки и сборки редуктора. Предпочтительными являются конические штифты.

На крышках выполняют проушины для механического транспортирования редукторов. А на тяжелых редукторах – еще и крюки на фланцах корпусов.

2.2.7 Картерное (окунанием) смазывание зубчатых колес применяют при окружной скорости v от $0,3$ до $12,5$ м/с. Рекомендуемая вязкость масла η для стальных зубчатых колес в зависимости от напряжений s_H и скорости v [2, с. 173, изд. 2001, 2000 или 1998 гг.] приведена в приложении Б.

Принцип назначения сорта масла: чем больше скорость v , тем меньше требуемая вязкость η , а чем больше напряжения s_H , тем больше должна быть вязкость η .

Для двухступенчатых редукторов выбор η производится по средним значениям величин s_{Hm} и v_m быстроходной и тихоходной ступеней.

Для редукторов общего назначения рекомендуются индустриальные масла по ГОСТ 20799-88. Обозначение сорта масла состоит из четырех знаков (см. приложение Б):

1) И – индустриальное;

2) Г – для гидравлических систем; Л – легконагруженные узлы; Т – тяжелонагруженные узлы;

3) группа по эксплуатационным свойствам: А – масло без присадок; С – масло с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками и др.;

4) класс кинематической вязкости ν .

Например, масло И–Г–А–46, где 46 – средняя кинематическая вязкость ν , мм²/с, при 40°.

Допустимые уровни погружения колес цилиндрического редуктора в масляную ванну [2, с.173] h_M от $2t$ до $0,25d_{2T}$.

Считают, что в двухступенчатой передаче при $\nu \geq 1$ м/с достаточно погружать в масло только колесо тихоходной ступени. При $\nu < 1$ м/с в масло должны быть погружены колеса обеих ступеней редуктора.

Минимально необходимый объем масла для смазывания зубчатых передач $V_{\min} = (0,3 \dots 0,7)$ литра на 1 кВт передаваемой мощности (в среднем $V_{\min} = 0,5P$ л/кВт, где P – мощность редуктора). Фактический объем масла V в картере определяется по внутренним размерам ванны корпуса L_{BH} , B_{BH} и уровню (высоте) масла H_M в ней ($V = L_{BH} \times B_{BH} \times H_M$ дм³; 1 дм³ = 1 л). Должно выполняться условие $V > V_{\min}$.

При скорости колеса $\nu > 1$ м/с подшипники смазываются разбрызгиванием картерного масла. При меньшей скорости применяют пластичные смазки.

Заливка масла осуществляется через смотровой люк или отверстие, закрываемое пробкой–отдушиной, в крышке редуктора. Слив масла – через отверстие с пробкой в днище корпуса.

Контроль уровня масла осуществляют через контрольные пробки, щупами, через стекло и т.д.

2.2.8 Для предотвращения вытекания масла через зазоры во входных и выходных валах применяют манжетные (по ГОСТ 8752-79), торцовые, щелевые, лабиринтные и др. уплотнения.

Для герметизации плоскости разъема корпуса и крышки перед окончательной сборкой их покрывают слоем герметика УТ–34 ГОСТ 24285-80.

2.2.9 В зависимости от взаимного расположения осей валов, количества выходящих из корпуса концов валов (от 2-х до 4-х) и их ориентации в плане по ГОСТ 20373-94 установлены варианты сборки редукторов, которые приведены в приложении А.3.

2.2.10 Пример обозначения цилиндрического двухступенчатого узкого редуктора с межосевым расстоянием тихоходной ступени $a_{WT} = 200$ мм, общим передаточным числом $u_0 = 25$, 12-м вариантом сборки, с коническим концом выходного вала – К, с климатическим исполнением У (умеренный климат), 2-ой категории размещения по ГОСТ Р 50891-96 :

РЕДУКТОР Ц2У – 200 – 25 – 12К – У2 ГОСТ Р 50891-96.

То же для одноступенчатого редуктора с $a_W = 160$, $u = 3,15$, сборка 22:

РЕДУКТОР ЦУ – 160 – 3,15 – 22К – У2 ГОСТ Р 50891-96.

«Испытание оборудование под нагрузкой и в работе»

Выпускаемый из капитального и среднего станка станок должен быть подвергнут приемочным испытаниям, выполняющимся в приведенной ниже последовательности.

1 Внешний осмотр. При этом проверяются:

- комплектность станка;
- соответствие внешнего вида станка требованиям к качеству отделки;
- обработка и отделка поверхностей деталей, доступных осмотру при открытых крышках (профиль зубьев, шлицы валиков, окраска полостей корпусных деталей и т.д.)
- соответствие монтажа электропроводки и электроаппаратуры;
- качество сборки, доступное проверке без включения станка (отсутствие качки рукояток, фиксация переключаемых элементов, плотность затяжки соединений и т.д.)
- отсутствие в полостях корпусных деталей, нишах и т.д. посторонних предметов

2 Обкатка (испытание на холостом ходу). Целью обкатки является выявление возможных дефектов сборки и приработка сопрягаемых поверхностей. К ней приступают, убедившись, что все сборочные единицы и механизмы закреплены и обеспечена их доброкачественная смазка.

Перед пуском станка проверяют работу механизмов, проворачивая соответствующие сборочные единицы вручную. Одновременно следят, как поступает масло к трущимся поверхностям. Сначала обкатку ведут на холостом ходу и на самых малых скоростях, а затем при последовательном включении всех его рабочих скоростей - от наименьшей до наибольшей. На самой большой скорости станок должен работать не менее 1ч без перерыва.

При испытании необходимо убедиться в следующем:

- температуру нагрева подшипников не выше 50-60°C, заедание шпинделя и валов отсутствует;
- зубчатые передачи работают плавно, без толчков, стука и сотрясений
- все механизмы работают плавно, без толчков и вибраций, а их пуск и реверсирование - осуществляться легко и не сопровождаться рывками или ударами;
- все органы управления заблокированы таким образом, чтобы при включении исполнительных органов перемещения и подачи происходили строго согласованно во времени и полностью исключается возможность самопроизвольного движения даже на самое малое расстояние каких-либо деталей механизмов или частей агрегата.;
- системы смазки и охлаждения подают к соответствующим местам достаточное количество масла и охлаждающей жидкости;
- электрооборудование работает безотказно при всех режимах работы станка, пуске и остановке. В рубильниках, переключателях, реостатах и других аналогичных устройств и аппаратах не допускаются даже малейшие неисправности. Недостаточно быстрое включение или выключение электроаппаратуры, чрезмерный нагрев пускового реостата, гудение реле и другие неполадки в электрооборудовании, обнаруженные при обкатке станка, свидетельствуют о дефектах сборки или ремонта. Их устраняют соответствующими регулировками, а в случае необходимости полностью разбирают те или иные механизмы.
- в станках с гидроприводом проверяют исправность гидросистемы, отсутствие резкого шума и утечек масла.

Под нагрузкой отремонтированный и собранный станок испытывают путём обработки деталей-образцов на различных скоростях в соответствии с техническими данными паспорта станка. Испытание ведут с нагружением станка до величины номинальной мощности привода, снимая стружку всё большего сечения. Допускается кратковременная перегрузка до 25% сверх номинальной мощности в течение 30 мин.

Все механизмы станка при его испытании под нагрузкой должны работать исправно, допустимо лишь незначительное повышение шума в зубчатых передачах. Устройства, предохраняющие станок от перегрузки, должны действовать надёжно; легко и плавно должна включаться пластинчатая фрикционная муфта.

4 Испытание на точность После обкатки станка на холостом ходу и испытания под нагрузкой должно быть проверено соответствие нормам точности, т.е. измерены геометрическая точность самого станка и точность изделий, обрабатываемых на станке.

В процессе этого испытания производят:

- проверку прямолинейности и правильности плоскостей;
- проверку взаимной параллельности поверхностей;
- проверку взаимной перпендикулярности поверхностей;
- проверку соосности осей узлов.

Испытание на получение требуемой шероховатости обработанной поверхности производится точением образца при определённых режимах резания. (на обработанных поверхностях не должно быть следов дробления).

Результаты испытания на точность заносятся в акт сдачи станка из ремонта.

5 Испытание на жёсткость Внедрение контроля жёсткости станков даёт возможность обеспечить устойчивую их работу. Показателем жёсткости является степень деформации испытываемых сборочных единиц относительно станины под действием определённой внешней силы. Проверяют жёсткость динамометром и индикатором, применяя при необходимости оправки и упоры.

По результатам всех испытаний и проверок, предусмотренных техническими условиями, комиссия в составе представителей цеха-заказчика, цеха , производившего ремонт, и отдела технического контроля вносит в акт приемки станка из ремонта заключение о пригодности его к эксплуатации.

«Способы и закрепление оборудования на фундаменте»

1. Способы установки оборудования

Установка, выверка и закрепление на фундаментах механизмов, машин или их станин, рам и других базовых корпусных деталей — важнейшие монтажные работы, от качества выполнения которых во многом зависит последующая работоспособность смонтированного технологического оборудования. Трудоемкость работ, связанных с установкой оборудования в проектное положение на фундаментах, достигает 50 % от общей трудоемкости его монтажа.

Работы по установке оборудования включают в себя подготовку фундаментов и опорных элементов к монтажу; установку, выверку, подливку и окончательное закрепление механизмов, машин или их базовых корпусных деталей. Особенности выполнения отдельных операций при этом зависят от назначения монтируемого оборудования, его конструкции, требований к точности монтажа, способов закрепления и установки, а также типа несущих строительных конструкций, фундаментов.

Оборудование устанавливают на несущие строительные конструкции, которые разделяют на *фундаменты* (перекрытия, промышленный пол) и *опорные металлоконструкции*.

Фундаменты различают: по конструкции (ленточные, рамные, сплошные и массивные; материалу (бетонные, железобетонные, бутовые и др.); способу изготовления (сборные, сборно-монолитные и монолитные).

Ленточные фундаменты применяют для установки машин, роликовых конвейеров, автоматических линий и металлорежущих станков.

Рамные фундаменты представляют собой жесткую раму, стойки которой устанавливают в гнезда опорной плиты и жестко заделывают в них. Горизонтальные элементы рамы образуют площадку, на которую помещают машину. *Сплошные фундаменты* (под всей площадью здания или цеха) подразделяют на плитные или коробчатые. Такие фундаменты сооружают под насосы, вентиляторы, универсальные металлорежущие станки, небольшие компрессоры и другие подобные им машины и оборудование.

Массивные фундаменты — это бетонный или железобетонный массив (соответствующий габаритным размерам и очертанию машины), в котором предусмотрены отверстия и выемки для размещения и крепления частей машины, а также для ее обслуживания в процессе эксплуатации. Наиболее распространены массивные фундаменты бесподвального типа, сооружаемые для машин, устанавливаемых на отметке чистого пола первого этажа здания. Сложные фундаменты сооружают для установки прокатных станов и другого тяжелого оборудования. Такие фундаменты имеют систему технологических подвалов и маслоподвалов.

Варианты установки машин и оборудования различают по характеру связи с фундаментом (с креплением, без него и с виброизоляцией), по конструкции стыка корпусная деталь — фундамент (*с местным опиранием* на пакеты подкладок, специальные опорные башмаки, бетонные опоры и непосредственно на фундамент; *со сплошным опиранием* на бетонную подливку, виброизолирующий слой или непосредственно на фундамент; *со смешанным опиранием* на опорные элементы,

затянутые при выверке, и на подливку, осуществляемую после окончательного закрепления оборудования (рис. 1).

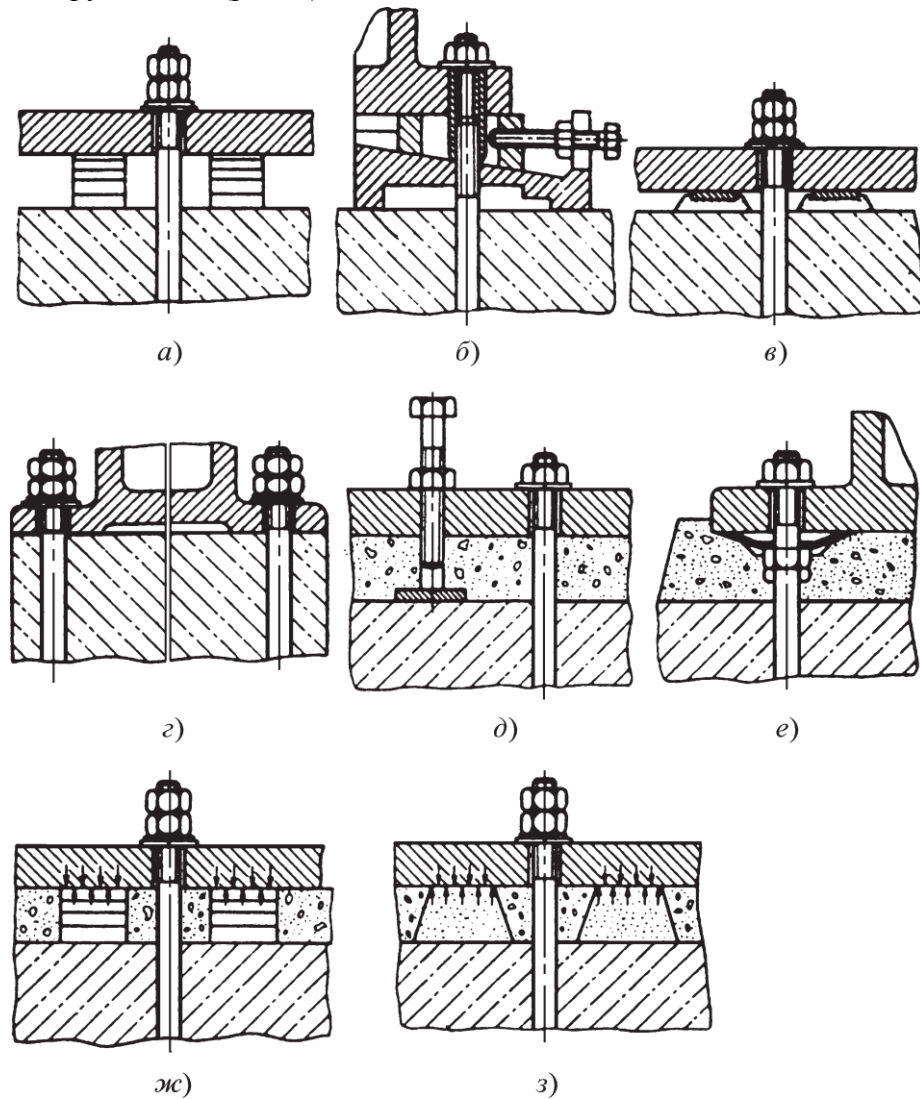


Рис. 1. Основные конструкции стыка корпусная деталь—фундамент: с местным опиранием на пакеты подкладок (а), на опорные башмаки (б), на бетонные опоры (в) и непосредственно на фундамент (г); со сплошным опиранием на бетонную подливку с временной установкой при выверке на отжимных винтах (д) и на установочных гайках (е); со смешанным опиранием на подливку и опорные элементы (ж и з)

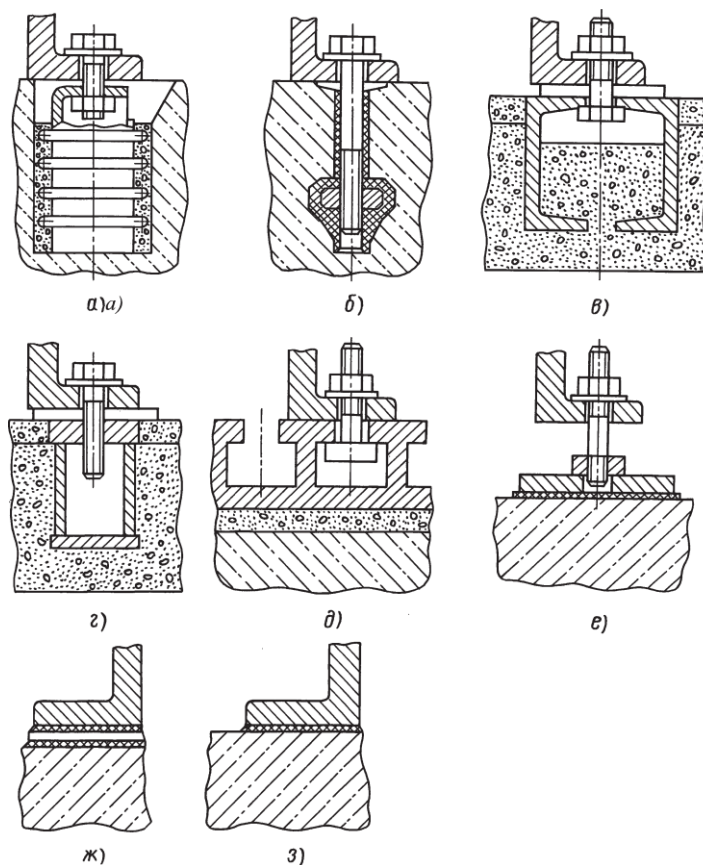


Рис. 2. Способы крепления оборудования: а и б — к специальным закладным деталям; в и г — к лагам; д — к силовому полу; е — приклеиванием крепежного узла; ж — приклеиванием опорной поверхности через вибропоглощающую прокладку; з — непосредственно приклеиванием опорной поверхности

С местным опиранием устанавливают машины и механизмы, требующие частой регулировки положения и перестановок. Со сплошным опиранием на бетонную подливку устанавливают машины и механизмы, требующие повышенной надежности и жесткости закрепления; со смешанным опиранием — оборудование, нуждающееся в окончательном закреплении до подливки, например вертикальные аппараты. В этом случае работоспособность соединения понижается, так как подкладки имеют большую податливость, а подливка работает только в сжатой зоне стыка.

Способы закрепления. В большинстве случаев закрепление промышленного оборудования осуществляют с помощью фундаментных болтов (см. гл. 4). Иногда применяют крепление обычными болтами или шпильками к закладным деталям различной конструкции. К лагам или силовым полам крепят часто переставляемое оборудование. Порой простое малонагруженное оборудование с опорными частями, выполненными из

сварных металлоконструкций, закрепляют путем их заливки в бетон. При установке легкого оборудования на фундаменты или полы с химически стойкими покрытиями применяют приклеивание эпоксидными составами специальных крепежных узлов или непосредственно опорной поверхности корпусных деталей (рис. 2).

В некоторых случаях применяют сочетания различных способов закрепления, например упоры в прокатных станках крепят заливкой их опорной части в бетон и фундаментными болтами. Встречаются виды оборудования, стабильность положения которого при эксплуатации обеспечивается его массой.

2. Выверка и регулирование положения оборудования

Выверка — процесс введения оборудования в проектное положение путем выполнения регулировочных операций с помощью специальных выверочных опорных элементов, центровочных приспособлений и грузоподъемных средств. При этом осуществляются постоянные измерения и контроль отклонений параметров положения оборудования от проектного.

Средства и технологию измерения и контроля выбирают в зависимости от заданных допускаемых отклонений. При этом применяют средства измерений и методы контроля точности, рассмотренные в гл. 5 и 7.

Оборудование выверяют в плане, по высоте и горизонтали (вертикали), а также относительно ранее установленного оборудования с контролем отклонений от соосности, перпендикулярности и параллельности в зависимости от требований технической документации завода-изготовителя и проекта производства работ.

Предварительную выверку в плане осуществляют путем совмещения отверстий в опорной части оборудования с ранее установленными фундаментными болтами. При отсутствии заранее установленных фундаментных болтов оборудование ориентируют путем совмещения его осей, заданных разметочными рисками, с монтажными осями или осями фундамента, заданными натянутыми струнами, отвесами или визирными осями оптических приборов. Отдельные виды оборудования ориентируют относительно ранее установленного оборудования. При этом проверяют совмещение отверстий под болты в станинах с колодцами или скважинами в фундаментах.

После предварительной установки оборудования и выверки в плане изогнутые болты монтируют в колодцах, оставленных при бетонировании фундамента. Корпусную деталь 1 опускают на уложенные брусья 4 так, чтобы совпадали центры отверстий под фундаментные болты 2 и центры колодцев (рис. 3, а). При монтаже динамически нагруженных машин фундаментные болты 2 на верхнем участке стержня изолируют от сцепления с бетоном с помощью защитных трубок 3. Концы фундаментных болтов 2 заводят в отверстия корпусной детали 1 и навинчивают гайки (рис. 3, б). Установленные болты заливают на $3/4$ глубины колодца, но не менее чем на 100 мм ниже уровня фундамента бетоном на мелкозернистом заполнителе проектной марки не ниже 200.

Окончательную выверку в плане и по высоте и предварительное закрепление оборудования осуществляют после твердения бетона, затем полностью заливают колодцы и проводят подливку оборудования. При наличии в корпусной детали регулировочных винтов 5 перед удалением брусьев 4 под ними размещают опорные подкладки 6 (рис. 3, в). Окончательную затяжку болтов, установленных в колодцах, проводят так же, как и для других болтов, после твердения бетона подливки.

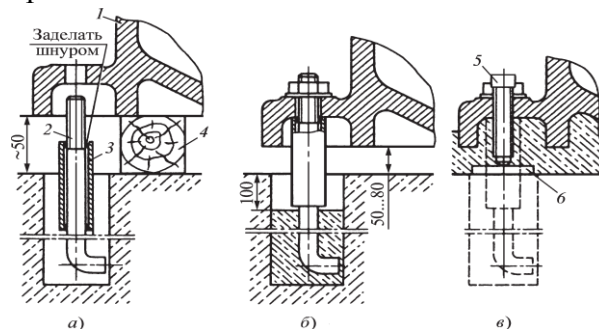


Рис. 3. Схемы установки изогнутых болтов: а — в колодце; б — подвеска на гайке и заливка бетонной смесью; в — выверка и закрепление оборудования затяжкой гаек

При окончательной выверке в плане оборудование вводят в проектное положение относительно монтажных, контрольных или главных осей путем перемещения оборудования грузоподъемными механизмами, домкратами или монтажными приспособлениями (рис. 4) с проверкой положения относительно ранее выверенного смежного оборудования.

Положение оборудования при выверке в плане контролируют струнным и струнно-оптическим методами, боковым нивелированием теодолитами, створными методами, способами прямого контроля линейных размеров, а также с помощью специальных инструментов, приборов, шаблонов, центровочных и других приспособлений, обеспечивающих измерение и контроль отклонений от перпендикулярности, параллельности или соосности баз.

Выверку оборудования по высоте осуществляют относительно рабочих реперов либо ранее установленных машин, с которыми данное оборудование кинематически или технологически связано, с последующей проверкой по реперу.

При выверке оборудования контрольными базами служат: специальные площадки, изготовленные на корпусных деталях; исполнительные поверхности оборудования (валов, полумуфт, направляющих и т.п.); установочные (опорные) поверхности, а также свободные поверхности корпусных деталей или опорных частей.

Точность выверки оборудования по высоте контролируют геометрическим или тригонометрическим нивелированием гидростатическими методами, косвенными способами контроля линейных размеров от промежуточной базы до репера или ранее установленного оборудования, а также микроnivелированием с применением поверочных линеек и уровня.

Выверку оборудования по горизонтали (вертикали) выполняют с использованием уровней, нивелиров, отвесов и теодолитов.

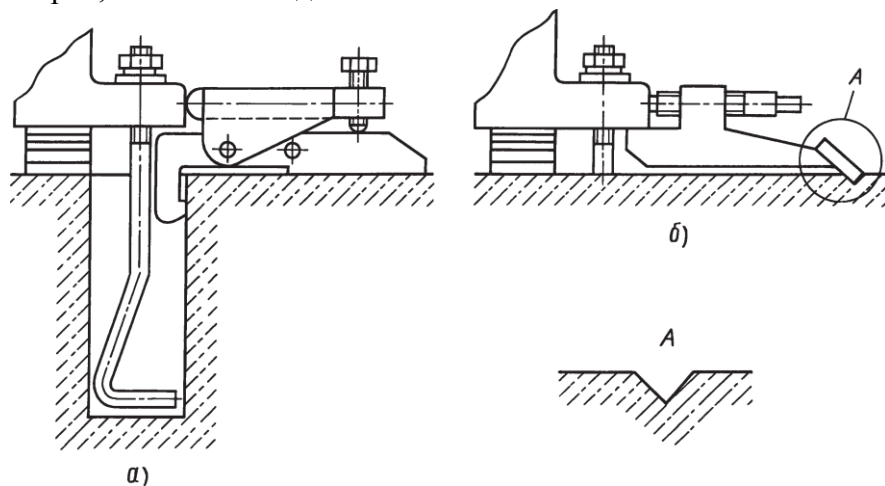


Рис. 4. Приспособления для выверки оборудования в плане: а — рычажно-винтовые; б — с упорным винтом

При установке на фундамент иногда контролируют отклонения формы рабочих и сопрягаемых поверхностей оборудования, искривление которых возможно под воздействием остаточных напряжений, монтажных нагрузок и процессов старения.

Операцию по исправлению формы поверхностей оборудования и конструкций называют *рихтовкой*. Иногда таким способом устраняют отклонения формы в виде вогнутой или выпуклой поверхности, полученные при заводском изготовлении оборудования. Особенности регулирования положения оборудования при выверке зависят от способов его опирания и закрепления на фундаментах.

Конструкцию опорных элементов выбирают с учетом используемых методов достижения требуемой точности установки оборудования и данных сравнительной оценки способов установки оборудования (табл. 1).

Регулирование положения оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку. Опорные элементы, применяемые для установки такого оборудования, служат только для его выверки, а эксплуатационные нагрузки воспринимает подливка. Несмотря на то что выверочные опорные элементы могут оставаться под оборудованием в процессе эксплуатации, такой способ установки получил название *бесподкладочного* монтажа. При этом соединение оборудование — фундамент отличается высокой виброустойчивостью, повышенной жесткостью и прочностью. Установка и выверка оборудования таким способом характеризуется повышенной производительностью и позволяет получать экономию металла до 2 % от массы монтируемого оборудования.

В качестве опорных элементов при выверке оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку, применяют: отжимные регулировочные винты; установочные гайки фундаментных болтов; инвентарные домкраты; бетонные опоры; пакеты облегченных металлических подкладок.

Таблица 1. Сравнительная оценка способов установки оборудования

Тип опорных элементов	Относительная трудоемкость выверки, %	Относительный расход металла, %	Диаметр фундаментных болтов, мм
С закреплением на опорных элементах			
Пакеты подкладок	100		Не ограничен
Жесткие опоры (бетонные подушки)	60...70	20...30	
Пирамидальные пакеты подкладок	80...100	60...70	
С закреплением на подливке			
Регулировочные винты	30...40	10...15	До М42
Винтовые подкладки	40...60	15...25	
Установочные гайки фундаментных болтов	30...50	5...10	
Жесткие опоры (бетонные подушки)	40...60	10...15	Не ограничен
Уменьшенное число пакетов подкладок	60...70	40...60	
Инвентарные домкраты	30...40	—	

Если в опорной части оборудования конструкторской документацией не предусмотрены отжимные регулировочные винты, тип и число опорных элементов принимают в соответствии с технологической картой, проектом производства работ (ППР) или инструкцией на монтаж. Опорные элементы необходимо размещать на возможно близком расстоянии от фундаментных болтов. Как правило, их располагают в местах нахождения ребер жесткости или перегородок в опорной части оборудования. При

неравномерном распределении давления от массы оборудования на установочную поверхность опорные элементы устанавливают в местах действия наибольших нагрузок.

Число опорных элементов должно быть минимальным при соблюдении следующих условий: а) обеспечения устойчивого положения оборудования в процессе предварительного закрепления и подливки; б) исключения прогибов опорных частей под действием массы оборудования и сил предварительной затяжки фундаментных болтов.

При рихтовке корпусных деталей оборудования в качестве опорных элементов используют пакеты подкладок, клиновые или другие домкраты, располагая их в местах наибольших отклонений от плоскостности или прямолинейности.

Суммарная грузоподъемность опорных элементов должна превышать массу выверяемого узла оборудования не менее чем в 2 раза или соответствовать указанной в ППР.

Минимально допускаемая площадь опирания опорных элементов на фундаменты (см^2)

$$S = 0,015 M + 6 nF ,$$

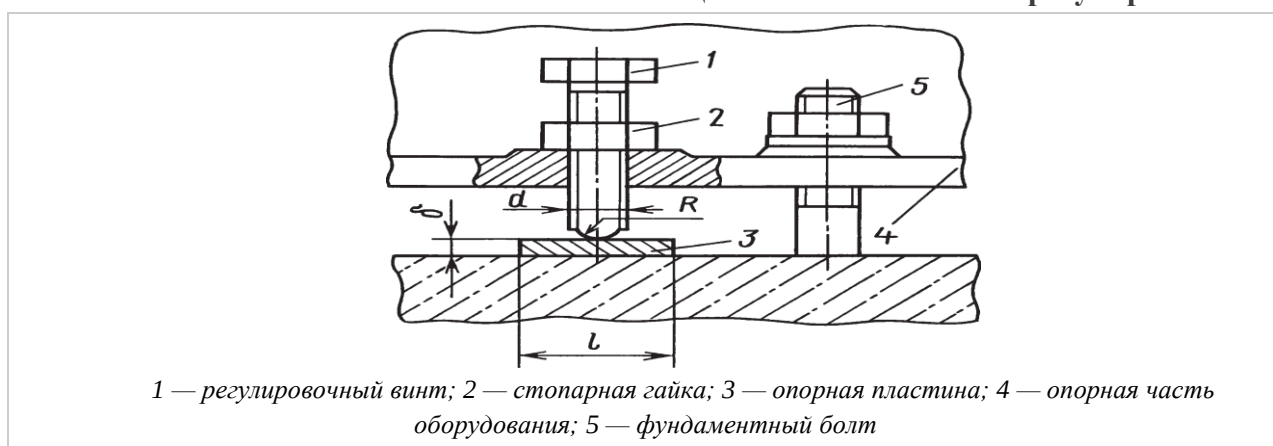
где n — число фундаментных болтов, предварительно затягиваемых при выверке; F — расчетная площадь поперечного сечения фундаментного болта (см^2), принимаемая по табл. 2.

Регулирование положения оборудования с помощью отжимных регулировочных винтов (табл. 3). Опорные пластины размещают на фундаментах в соответствии с расположением отжимных регулировочных винтов в опорной части оборудования. Места размещения опорных пластин на фундаментах выравнивают с отклонением не более 10 мм на 1 м.

Таблица 2. Расчетные площади поперечного сечения фундаментных болтов по резьбе

Резьба болта, мм	Площадь сечения, см^2	Резьба болта, мм	Площадь сечения, см^2	Резьба болта, мм	Площадь сечения, см^2
M12	0,77	M42	10,34	M90 × 6	53,68
M16	1,44	M48	13,80	M100 × 6	67,32
M20	2,25	M56	18,74	M110 × 6	82,67
M24	3,24	M64	25,12	M125 × 6	108,56
M30	5,19	M72×6	32,23	M140 × 6	138
M36	7,59	M80×6	40,87		

Таблица 3. Винты отжимные регулировочные



Диаметр резьбы d	20	24	30	36	42	48
Шаг резьбы P	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Размер под ключ S	27	32	41	50	60	70
Радиус опорной сферы R	20	25	32	32	40	50
Размеры опорных пластин: толщина δ	8	8	10	12	14	16
длина l	60	80	100	120	130	140

При опускании оборудования на фундаменты отжимные регулировочные винты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на одинаковую величину в пределах 10...30 мм.

Положение оборудования по высоте и горизонтали (вертикали) регулируют поочередно всеми отжимными винтами, не допуская в процессе выверки отклонения оборудования от горизонтальности (вертикальности) более чем 3 мм на 1 м. После завершения выверки плотность прилегания регулировочных винтов к опорным пластинам проверяют щупом толщиной 0,1 мм, а положение винтов фиксируют контргайками.

Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов регулировочные винты должны быть вывернуты на два-три оборота. Неоднократно используемые винты выворачивают полностью. Оставшиеся отверстия во избежание попадания масла и других разъедающих бетон веществ заглушают резьбовыми пробками или заливают цементным раствором, поверхность которого покрывают маслостойкой краской.

Регулирование положения оборудования на установочных гайках. Для выверки оборудования с помощью соответствующих гаек используют заранее установленные фундаментные болты, которые должны иметь удлиненную (до шести диаметров) резьбу, что предусматривается при их изготовлении.

Оборудование выверяют на установочных гайках посредством упругих элементов в виде тарельчатых стальных, плоских резиновых или пластмассовых шайб. Установочные гайки 5 (рис. 5) с упругими шайбами 4 размещают на болтах 2 так, чтобы верх шайбы был на 2...3 мм выше проектной отметки опорной поверхности оборудования 3. После установки оборудования на шайбы его окончательно выверяют с помощью затяжки крепежных гаек 1, деформируя шайбы. Выверку в более широких пределах осуществляют регулировкой положения установочных гаек 5. При этом крепежные гайки 1 должны быть отвинчены. При использовании съемных фундаментных болтов и болтов с цангами для их фиксации устанавливают дополнительные гайки 7 с шайбами 6.

Для выверки можно также использовать установочные гайки без упругих элементов с регулированием положения оборудования на фундаментных болтах 2 по высоте (рис. 6). Перед подливкой установочной гайки 4 выгораживают опалубкой 5. После твердения подливки 6 (через 2...3 сут после подливки) опалубку 5 снимают, а оборудование 1 закрепляют затяжкой крепежных гаек 3. Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов установочные гайки опускают на 3...4 мм. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

Необходимость применения опалубки исключается при использовании гаек, срезающихся при окончательной затяжке фундаментных болтов (рис. 7). Такие гайки должны выдерживать нагрузку от оборудования и сил предварительного закрепления, но разрушаться или деформироваться при окончательной затяжке фундаментных болтов. В качестве ослабленных установочных гаек рекомендуются гайки из менее прочного, чем у крепежных гаек, материала, стандартные гайки с уменьшенной на 50...70 % высотой, а также гайки, ослабленные путем расточки их до диаметра, соответствующего внутреннему диаметру резьбы, гайки с проточками или резьбой неполного профиля. В этом случае после выверки оборудования и его подливки при окончательной затяжке фундаментных болтов происходит срез или смятие резьбы установочных гаек, что сопровождается скачкообразным падением силы затяжки, а затем постепенным увеличением силы до заданного значения.

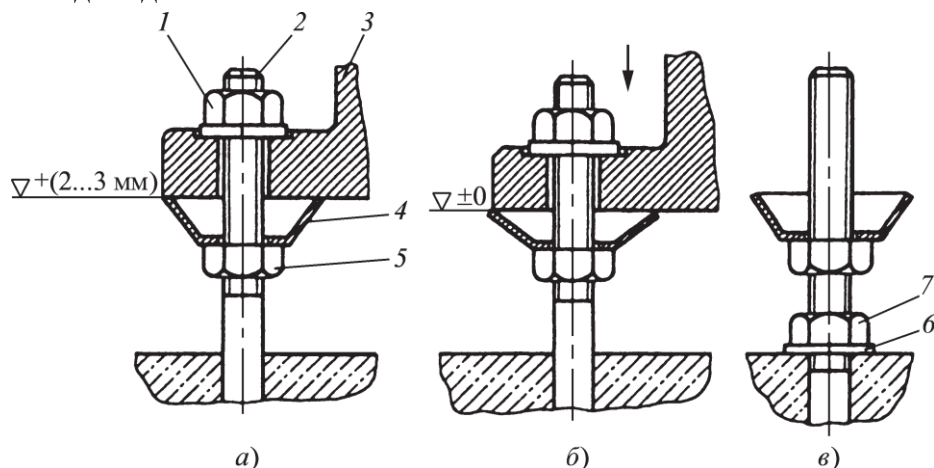


Рис. 5. Схемы регулирования положения оборудования на установочных гайках с упругим элементом: а — установка оборудования с завышением на 2...3 мм; б — регулирование положения оборудования затяжкой гайки; в — установка дополнительной гайки при использовании съемных болтов или болтов с цангами

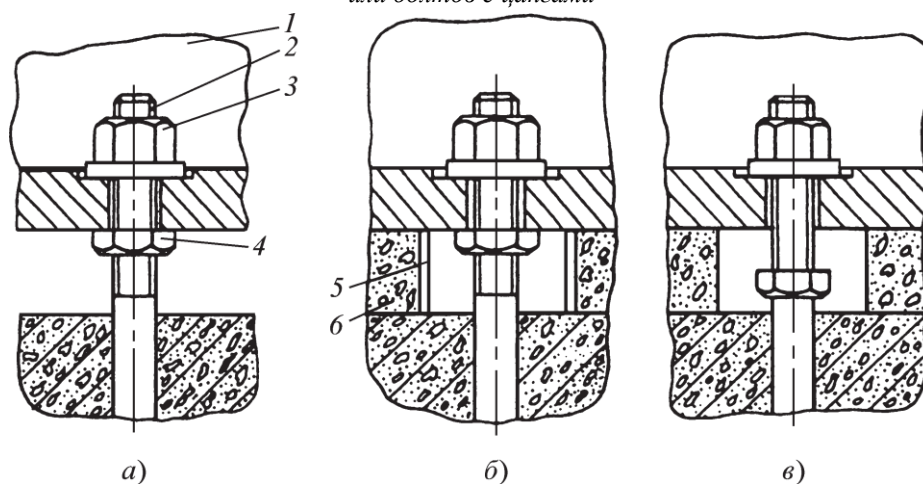


Рис. 6. Схемы регулирования положения оборудования на установочных гайках без упругого элемента: а — установка в проектное положение; б — подливка оборудования; в — отвинчивание установочной гайки перед закреплением

Регулирование положения оборудования с помощью инвентарных домкратов. Для выверки этим способом используют домкраты, конструктивные размеры которых позволяют их размещать в зазоре оборудование—фундамент, т.е. в пределах 50...80 мм (см. рис. 3, б и рис. 16). К таким домкратам относятся винтовые опоры (табл. 4),

малогабаритные винтовые домкраты (табл.5), регулируемые клиновые подкладки (табл. 6), опорные башмаки (табл. 7), некоторые виды гидравлических (табл. 8) и пневматических домкратов (табл. 9).

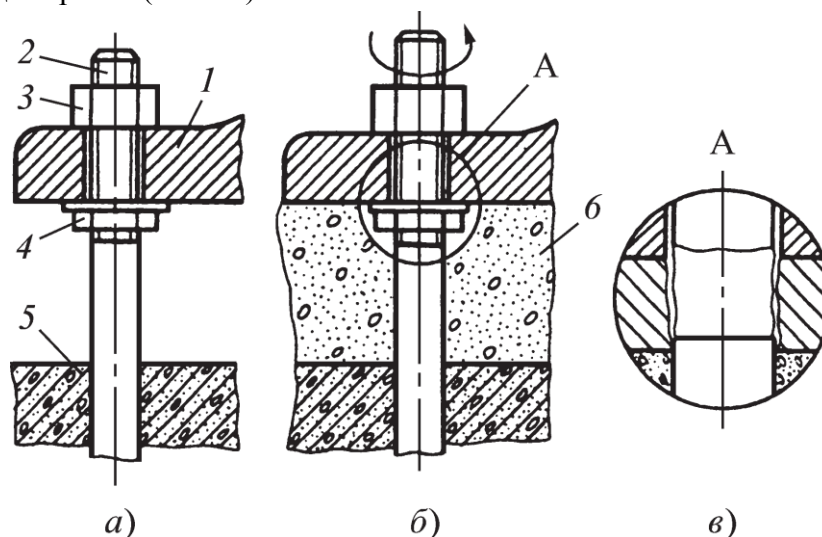


Рис. 7. Схемы регулирования положения оборудования на ослабленных установочных гайках: а — установка в проектное положение по высоте и горизонтали; б — подливка и последующее закрепление; 1 — оборудование; 2 — фундаментный болт; 3 — крепежная гайка; 4 — специальная установочная гайка; 5 — фундамент; 6 — подливка

Эластичный пневматический домкрат является исполнительным органом пневмосиловой оснастки и представляет собой многослойную полую эластомерную (резинокордную) оболочку подушечного типа, армированную металлическим тросиком и снабженную металлическим штуцером (см. табл. 9).

Домкраты, размещенные на подготовленных фундаментах, регулируют по высоте на проектный уровень с помощью нивелира и рейки с точностью до $\pm 1,0$ мм. Затем оборудование опускают на домкраты и окончательно регулируют его положение.

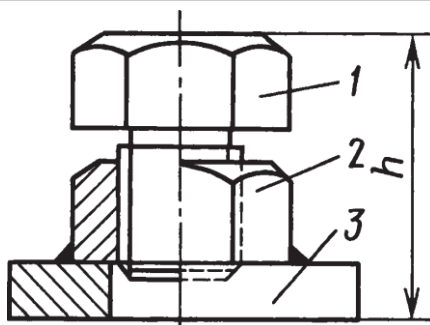
Перед подливкой инвентарные домкраты «выгораживают» опалубкой. Опалубку и инвентарные домкраты удаляют через 2...3 сут после подливки. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

Удобство при выверке оборудования обеспечивают специальные домкраты с лапой. Такие домкраты не требуют выгораживания опалубкой, так как легко извлекаются из бетона подливки.

Установка оборудования на бетонных опорах. На бетонных опорах устанавливают оборудование, поверхность основания которого может выполнять функции установочной базы, а погрешности изготовления последней значительно меньше допускаемых отклонений расположения оборудования по высоте. Суммарные погрешности изготовления поверхности бетонных опор и установочной поверхности оборудования (включая отклонения формы) не должны превышать допускаемых отклонений положения оборудования по высоте и горизонтали.

Бетонные опоры представляют собой местные возвышения на поверхности фундамента, изготавливаемые перед установкой оборудования.

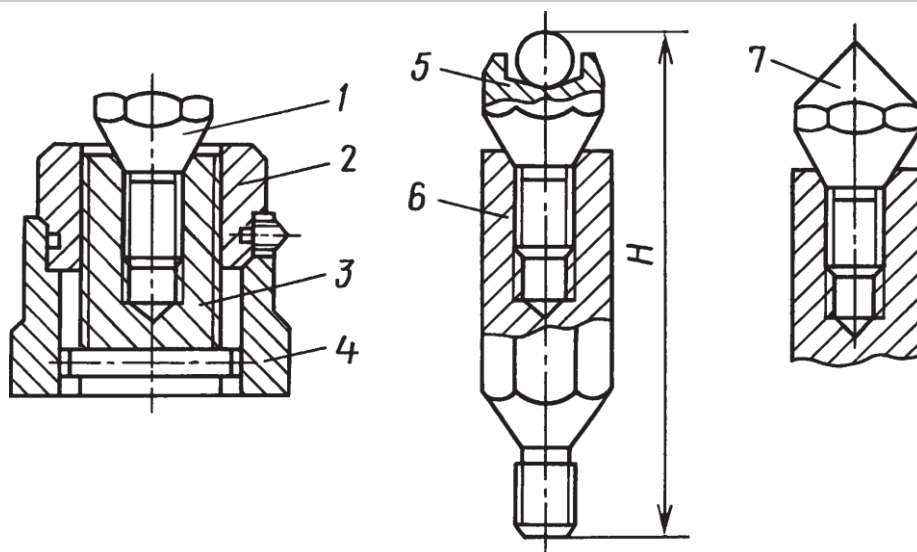
Таблица 4. Винтовые опоры



1 — болт; 2 — гайка; 3 — пластина; h — максимальная высота регулировки

Диаметр резьбы, мм	Максимальная высота подъема, мм	Минимальная высота опоры, мм	Крутящий момент, Н·м	Грузоподъемность	Масса подкладки
				кг	
M20	10	37	49	3300	0,4
M24	12	44	69	6000	0,7
M30	14	55	156	7600	1,4
M36	16	64	369	11 000	2,2
M42	18	73	442	15 000	3,6
M48	20	84	693	20 000	5,3

Таблица 5. Малогабаритный винтовой домкрат



1, 5, 7 — сменные опоры; 2 — гайка; 3 — винт; 4 — корпус; 6 — удлинитель; H — размер домкрата

Параметр	ДМ-3	ДМ-5
Грузоподъемность, кг	3000	5000

Минимальная высота домкрата в сборе, мм	60	94
Высота подъема, мм	17	40
Масса, кг	1,1	3,5

Таблица 6. Регулируемые клиновые подкладки

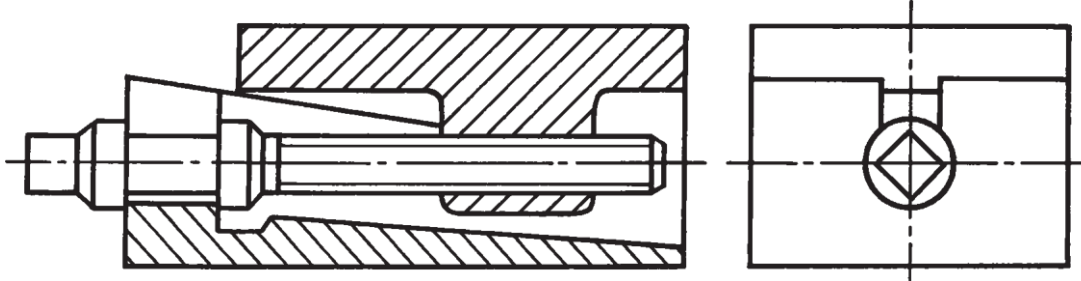
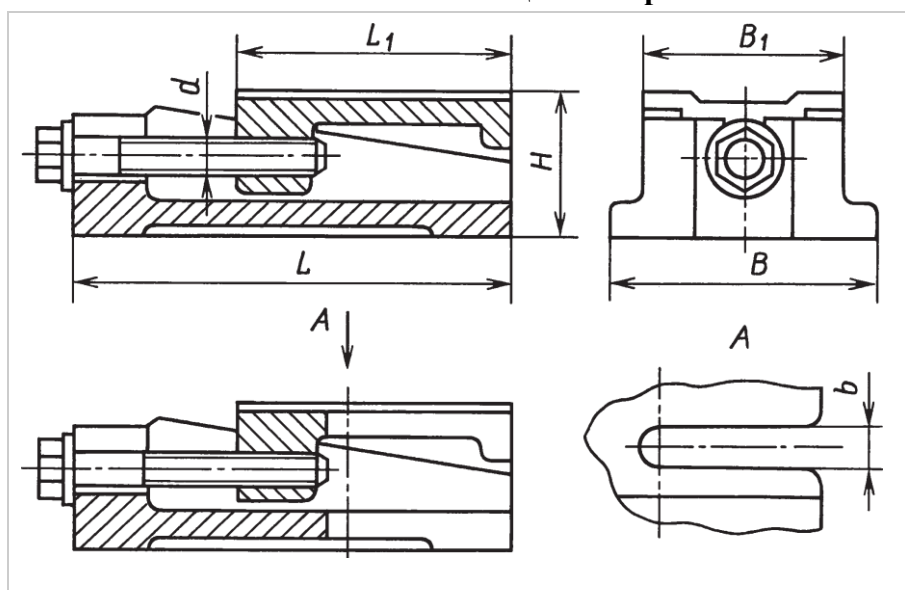
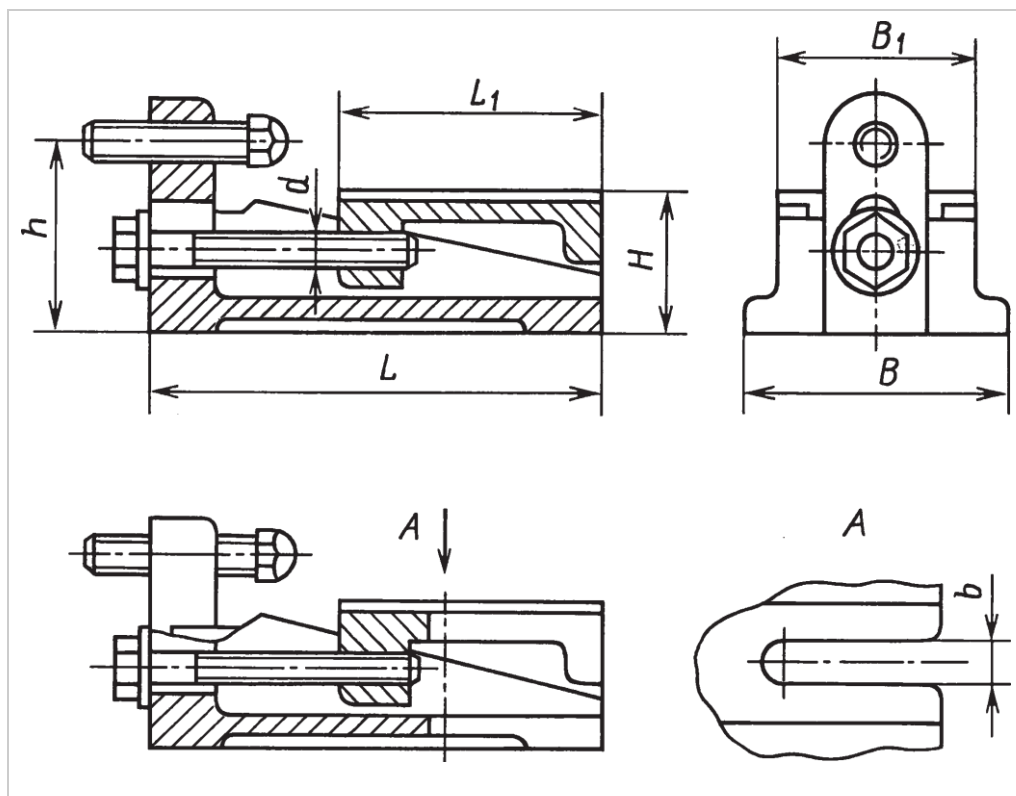
			
Параметр	ПР-3	ПР-5	ПР-10
Грузоподъемность, кг	3000	5000	10 000
Высота подъема, мм	12	15	16
Сила на рукоятке, Н	250	280	300
Минимальная высота домкрата, мм	68	75	76
Масса, кг	3,7	5,3	7,2

Таблица 7. Опорные башмаки



Параметр	P791		P792		P793	
	1	2	1	2	1	2
Грузоподъемность, кг	2000		3200		5000	
Высота подъема	7		8		9	
Минимальная высота домкрата, Н	80		94		108	
Длина:						
башмака L	260		314		379	
опоры L1	150		190		240	
Параметр	P791		P792		P793	
	1	2	1	2	1	2
Ширина:						
башмака В	150		170		200	
опоры В1	110		130		150	
прорези b	–	24	–	28	–	34
Размер под ключ	27		32		41	
Диаметр резьбы d	M20		M24		M30	
Масса, кг	11,5	11,1	19,4	18,7	30,5	29,2

Опорные башмаки с упорным винтом



Параметр	P791		P792		P793	
	1	2	1	2	1	2
Грузоподъемность, кг	2000		3200		5000	
Высота:	7		8		9	
подъема упора h	110		130		150	
Минимальная высота домкрата H	80		94		108	

Параметр	P791		P792		P793	
	1	2	1	2	1	2
Диаметр резьбы d	M20		M24		M30	
Длина:						
башмака L	260		320		380	
опоры L1	150		190		240	
Ширина:						
башмака B	150		170		200	

опоры В1	110		130		150	
прорези b	–	24	–	28	–	34
Размер под ключ	27		32		41	
Ход упорного винта	55		60		68	
Масса, кг	12,5	12,1	21,0	20,2	32,8	31,5

Примечание. 1 и 2 — исполнения.

Таблица 8. Гидравлические домкраты низкие (типа ДГН)

• .



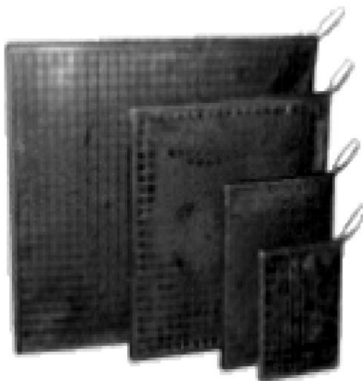
Применяются при монтаже и выверке тяжелого технологического оборудования при ограниченном пространстве.

- Одностороннее действие.
- ДН...М — гравитационный возврат штока.
- ДН...П — пружинный возврат штока.
- Малые габаритные размеры и масса.
- Могут использоваться в любом пространственном положении

Модель	Грузоподъемность, кН	Ход штока, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ДГН5М15	56 000	15	40×115×52	0,9
ДГН10М15	111 000		60×135×57	1,6
ДГН20М15	218 000		80×160×60	3,1
ДГН35М15	351 000		100×175×66	3,9
ДГН50М15	550 000		137×200×70	7,8

ДГН100М15	1 077 000		180×240×79	13,9
ДГН100М30		30		
ДГН100М40		40	180×240×127	
ДГН140М15	1 407 000	15	200×260×88	19
ДГН50М70Т	218 000	70	137×200×95	8,5

Таблица 9. Характеристики эластичных пневматических домкратов (ПД)



- Минимальный зазор для установки.
- Уникальное соотношение начальной высоты и рабочего хода.
- Упрощенные требования к опорным поверхностям.
- Повышенное сопротивление сдвигу, проколам и истиранию.

Основные параметры и габаритные размеры	Тип домкрата			
	ПД-2	ПД-4	ПД-10	ПД-20
Максимальная грузоподъемность, кг	2000	4000	10 000	20 000
Максимальная высота подъема, мм	80	140	260	350
Рабочее давление, МПа	0,6			
Габаритные размеры (исходные), мм				
длина	250	350	470	630
ширина	190	250	430	550
высота	20		25	

Масса, кг, не более	1,2	2,5	6,0	11,5
---------------------	-----	-----	-----	------

Габаритные размеры опор выбирают такими, чтобы давление от оборудования не превышало 500 кПа. Опоры выполняют из бетона марки не ниже 200 с наполнителем в виде щебня или гравия фракции 5...12 мм.

Для изготовления опор в специальную опалубку на предварительно очищенную и увлажненную поверхность фундамента загружают порцию бетонной смеси до уровня на 1...2 см выше требуемой отметки. Излишки смеси удаляют до необходимой высотной отметки. При этом поверхность опор выравнивают.

Для повышения точности бетонных опор на них укладывают металлические пластины с механически обработанной опорной поверхностью. Расстояние от пластины до края бетонной опоры не должно быть меньше ширины пластины.

Для изготовления бетонных опор с металлическими пластинами бетонную смесь укладывают в опалубку до уровня ниже проектной отметки на $1/2 \dots 1/3$ толщины пластины. На несхватившийся бетон кладут пластину и легкими ударами молотка опускают ее до проектной отметки, которую выверяют нивелиром с точностью до $\pm 0,5$ мм.

Для достижения более высокой точности (0,1...0,2 мм) следует пользоваться прецизионным нивелиром с инварной рейкой или гидростатическим уровнем. Отклонение пластины от горизонтальности проверяют с помощью пузырькового уровня, который устанавливают на пластину последовательно в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

Оборудование монтируют при прочности бетона 1500 кПа. После опускания на опоры оборудование выверяют в плане и закрепляют путем предварительной затяжки гаек фундаментных болтов. В процессе выверки допускается точное регулирование высоты опорных элементов добавлением на пластину тонких металлических подкладок.

Регулирование положения оборудования на пакетах облегченных металлических подкладок. Пакеты подкладок применяют для выверки в тех случаях, когда регулировочные винты не предусмотрены конструкторской документацией, а также нет условий для использования установочных гаек, бетонных опор или инвентарных домкратов. Число и расположение пакетов при этом выбирают исходя из удобства выверки и обеспечения временного закрепления оборудования до момента твердения подливки. Обычно применяют три-четыре пакета подкладок.

Пакеты набирают из стальных чугунных подкладок толщиной 5 мм и более. Проектного уровня и горизонтальности оборудования достигают подбором регулировочных подкладок толщиной 0,5...5 мм в процессе его предварительного закрепления. В пакет вместо регулировочных могут входить клиновые и другие регулируемые по высоте подкладки. Для уменьшения расхода металла применяют верхние подкладки с площадью, меньшей нижних. Для установки легкого оборудования в пакет включают подкладки из швеллера или уголка. Рекомендуемые размеры и материал для нижних установочных подкладок приведены в табл. 10.

Регулирование положения оборудования, устанавливаемого с местным опиранием на фундамент. Такой метод применяют для легкого, переставляемого и часто регулируемого по высоте оборудования, не испытывающего существенных нагрузок, а также для оборудования, не закрепляемого на фундаменте.

В качестве опорных элементов используют: опорные башмаки, винтовые опоры и клиновые регулируемые подкладки (см. табл. 4–10); бетонные опоры; пакеты металлических подкладок.

Для оборудования, закрепляемого на фундаменте, опорные элементы устанавливают около каждого фундаментного болта. Число опорных элементов выбирают так, чтобы суммарная площадь их контакта с фундаментом превышала минимально допустимую площадь контакта, определяемую в соответствии с ВСН 361–85. Подкладки в пакетах должны быть плоские без заусенцев.

Перед установкой подкладок для предварительных расчетов их высоты в местах установки выполняют геодезическую съемку высотных отметок фундамента. При использовании регулируемых опорных башмаков, винтовых опор съемку фундамента можно не делать.

Места установки опорных элементов должны быть тщательно выровнены. Приспособления для выравнивания фундамента и притирки мест установки опорных элементов показаны на рис. 8, а механизированный инструмент приведен в табл. 11.

После установки подкладок с целью упрощения последующего регулирования контролируют их высотные отметки и горизонтальность с помощью нивелира и уровня.

При установке оборудования на опорных башмаках, винтовых и клиновых опорах контроль высотных отметок опор можно не выполнять.

Число подкладок в пакете должно быть минимальным и не превышать пяти, включая и тонколистовые, применяемые для окончательной выверки.

После установки на подкладки частично затягивают фундаментные болты, а затем контролируют положение оборудования. При необходимости его приподнимают, добавляют в пакеты тонколистовые подкладки или заменяют их на подкладки другой толщины.

Таблица 10. Размеры и материал установочных подкладок

Масса машин, т	Габаритные размеры подкладок, мм	Материал	Масса машин, т	Габаритные размеры подкладок, мм	Материал
Св. 100	250×120×80; 250×120×60; 250×120×40	Чугун	5...30	150×80×50; 150×80×30	Чугун или сталь
	250×120×30	Чугун или сталь		150×80×20;	Сталь
	250×120×20;	Сталь		150×80×10; 150×80×5	
	250×120×10; 250×120×5			100×60×30; 100×60×20	Чугун или сталь
30...100	200×100×50; 200×100×30	Чугун или сталь	До 5	100×60×10; 100×60×5	Сталь

200×100×20; 200×100×10; 200×100×5	Сталь				
---	-------	--	--	--	--

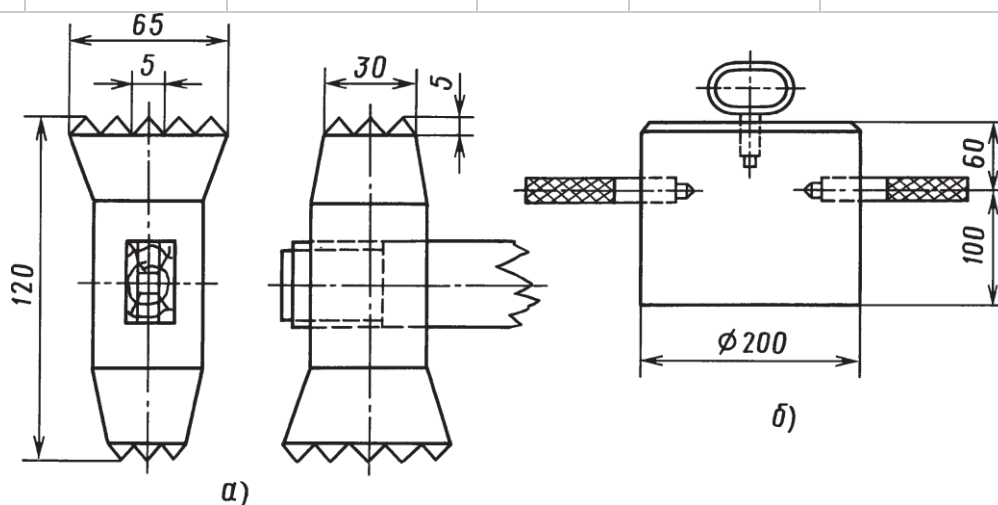


Рис. 8. Молоток с зубьями (а) для выравнивания фундамента и приспособление (б) для притирки мест установки подкладок

Затем вновь затягивают фундаментные болты и контролируют положение оборудования. После окончательной затяжки фундаментных болтов подкладки прихватывают между собой сваркой. Рекомендуемые габаритные размеры подкладок приведены в табл. 10. В схеме установки, показанной на рис. 9, применяют пирамидальные пакеты подкладок, размеры которых должны соответствовать табл. 12 и 13.

Таблица 11. Технические характеристики электрических молотков, применяемых для выравнивания фундамента

Параметр	ИЭ-4206	ИЭ-4207	ИЭ-4210	ИЭ-4203	ИЭ-4212	ИЭ-4204	ИЭ-4211
Энергия удара, Дж	3,92	4,5	6,3	9,8		24,5	
Частота ударов в минуту	2700	3000		1100			
Мощность, Вт	270	600	700	270	550	800	1050
Напряжение, В	220						
Частота тока, Гц	50						
Габаритные размеры, мм:							
длина	420	395	410	640	685	740	
ширина	110	140		110		148	—

высота	235	190		195	215	220	
Масса без кабеля, кг	8,3	6,9	8,1	10,5	12,5	20,0	22,0

Примечание. Электродвигатели асинхронные с короткозамкнутым ротором.

Таблица 12. Габаритные размеры плоских подкладок пирамидальных пакетов

№ подкладки	Рекомендуемый размер, мм	Оптимальная толщина, мм	Масса, кг	№ подкладки	Рекомендуемый размер, мм	Оптимальная толщина, мм	Масса, кг
0	45×60	15...20	0,32...0,42	5	150×250	25...30	7,2...8,6
1	55×85	15...20	0,7...0,93	6	190×280	27...32	11,15...13,5
2	75×100	18...22	1,05...1,30	7	210×320	30...35	16...18,5
3	100×140	20...25	2,2...2,7	8	260×400	32...38	26...31
4	130×200	22...27	4,4...5,4				

Таблица 13. Характеристики наборов пирамидальных пакетов подкладок

Номера		Высота пакета, мм	Масса пакета, кг	Диаметр резьбы фундаментного болта
пакетов	подкладок			
П1	2, 1, 0	50...65	2...2,6	M24, M36(2)
П2	3, 1, 0, 0	55...80	3,5...4,6	M30, M42...48(2)
П3	4, 2, 0, 0	70...90	6...7,5	M56...64(2)
П4	5, 3, 1, 0	75...95	10,4...12,7	M72...80(2)
П5	6, 4, 2, 0	80...95	16,9...20,6	M90(2)

П6	7, 5, 3, 1	85...95	26,1...30,7	M100(2)
П7	8, 6, 4, 2	95...105	43,5...51,3	M125(2)

Примечания. 1. В качестве верхней подкладки рекомендуется использовать клиновую пару. 2. Цифра в скобках указывает, что около фундаментного болта следует устанавливать два пакета.

Меньшие трудоемкость и расход металла достигаются при установке оборудования с использованием клиновых подкладок (рис. 10), размеры которых приведены в табл. 14.

Качество подбора пакета подкладок и закрепления оборудования проверяют в затянутом состоянии обстукиванием молотком. При этом подкладки должны издавать звук без дребезжания.

Установку на бетонные опоры выполняют так же, как при сплошном опирании оборудования на фундамент.

При использовании регулируемых опор выверку осуществляют аналогично выверке оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку. После выверки оборудование окончательно закрепляют и не подливают.

Применяют также установку оборудования непосредственно на фундамент с опиранием на лапы корпусной детали. Фундамент в местах опирания предварительно выравнивают с требуемой точностью, а выверку по высоте не проводят. Предварительную установку рам, каркасов, плит и их закрепление на фундаментах проводят так же, как и оборудования.

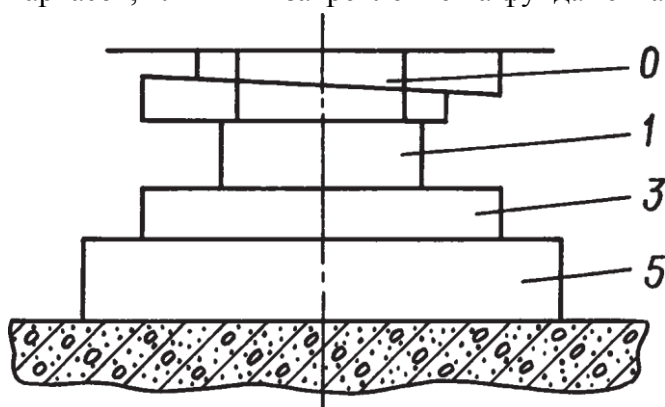


Рис. 9. Пирамидальный пакет подкладок: 0, 1, 3, 5 — номера подкладок

Например, предварительную установку основания 4 (рис. 11) опоры 2 цилиндра 1 компрессора осуществляют бесподкладочным способом на регулировочных винтах 7. Основание 4 закрепляют фундаментными болтами 5, предварительно залитыми до уровня опорной подкладки 6. Подливают основание 4 до уровня фундамента. Положение опоры 2 регулируют с помощью отжимных винтов 8 и регулировочных подкладок 3.

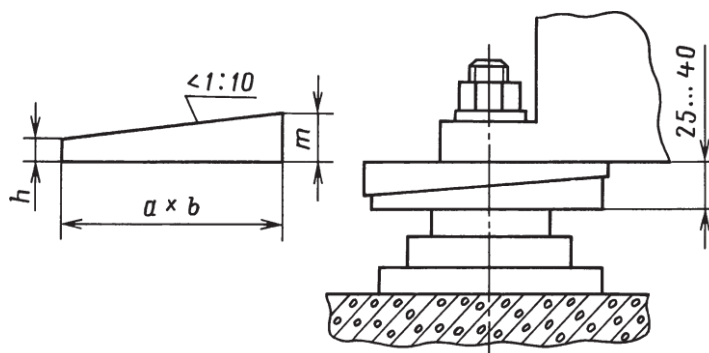


Рис. 10. Клиновые подкладки

Таблица 14. Размеры клиновых подкладок

Типоразмер	Размеры, мм (см. рис. 10)			Диаметр резьбы фундаментных болтов	Пределы регулирования высоты подъема подкладок, мм	Масса 1 шт, кг
	a × b	h	m			
75×50	75×50	7,5	15	До М36	7,5	0,33
100×75	100×75	10	20	М36...М64	10	0,9
150×100	150×100	10	25	М64...М90	15	2,1

Без выверки по высоте монтируют оборудование, не требующее высокой точности расположения, а также оборудование, устанавливаемое на точно выверенные поверхности опорных конструкций.

Выверку и закрепление на пакетах постоянных и временных подкладок осуществляют так же, как при установке оборудования с местным опиранием на фундамент. При этом значительное внимание обращают на подготовку посадочных мест, которая заключается в зачистке, устранении забоин, заусенцев, а иногда — в шабрении. В ответственных случаях каждый пакет временных подкладок поочередно заменяют одной постоянной подкладкой, пришабренной к опорным поверхностям.

Установка оборудования с виброизоляцией. С активной виброизоляцией устанавливают оборудование, динамические нагрузки от которого на фундаменты, пол или перекрытия промышленных зданий необходимо уменьшить. С пассивной виброизоляцией монтируют оборудование, нуждающееся в изоляции от вибраций и ударов, передающихся от соседнего оборудования, проходящего транспорта и т.д. Виброизолирующие равночастотные опоры типа ОВ-31 и ОВ-70 предназначены для активной и пассивной виброизоляции станков среднего размера высокой и нормальной точности с жесткими станинами при наличии стационарных и случайных колебаний. Виброизолирующие равночастотные виброопоры соответствуют требованиям ТУ 41920 020000861713–2004.

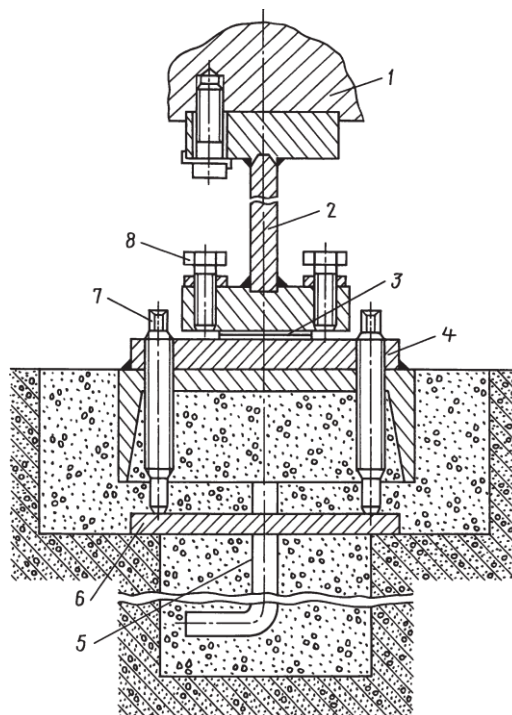


Рис. 11. Схема установки компрессора

Оборудование, установленное с виброизоляцией, обычно не закрепляют. Для его установки применяют виброизолирующие опоры, прокладки и коврики различной жесткости (табл. 15 и 16). Пол или фундамент в местах расположения опор выравнивают по горизонтали и зачищают. При установке оборудования на виброизолирующих опорах их обычно предварительно прикрепляют к удерживаемой на весу станине. После опускания оборудования на фундамент регулированием винта выверяют оборудование по уровню и равномерно загружают опоры. В связи с тем что на виброизолирующих опорах обычно устанавливают отдельно стоящее оборудование, не связанное между собой кинематически, выверку в плане практически не проводят.

Для уменьшения горизонтальных колебаний оборудования виброопоры крепят к станине гайкой-втулкой (рис. 12, а) или обычными гайками с фиксирующими втулками (рис. 12, б).

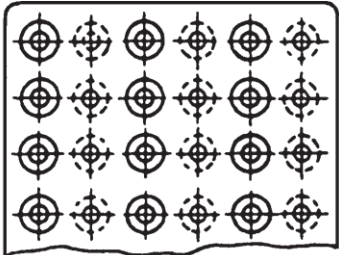
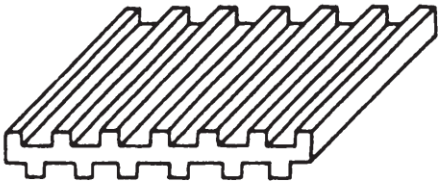
Виброизолирующие прокладки и коврики предварительно укладывают на тщательно выровненный по горизонтали пол. Так как при этом выверка оборудования весьма затруднена, часто используют установку оборудования с регулируемыми опорами, размещенными между станиной и ковриком (рис. 13).

Применение виброизолирующих опор и ковриков значительно упрощает установку и выверку, часто позволяет отказаться от устройства фундаментов и устанавливать оборудование непосредственно на пол или перекрытия, что дает значительный экономический эффект.

Таблица 15. **Виброизолирующие опоры**

ОВ-31  ОВ-70 		
Технические характеристики	ОВ-31	ОВ-70
Рабочая нагрузка, кг:		
минимальная	250	150
максимальная	4500	500
Предел регулирования по высоте при установке станков, мм	15 ± 2	10 ± 2
Масса опоры, кг	1,34	0,4

Таблица 16. **Виброизолирующие коврики**

  Сечение под нагрузкой  						
Параметр	KB101	KB102	KB103	KB201	KB202	KB203
Высота, мм	21				26	

Размеры, мм	350×350					
Характеристика деформации: сжатие, мм	1,4				1,8	2,1
отношение продольной жесткости к вертикальной	1,5	1,1	1,3	1,8		
отношение поперечной жесткости к вертикальной	1,5	1,1	1,3	1,1	0,6	1,3
сжатие, мм	3				3,9	4,5
отношение продольной жесткости к вертикальной				3,4		
отношение поперечной жесткости к вертикальной	1,4	0,6	1,0	2,3	2,5	1,5

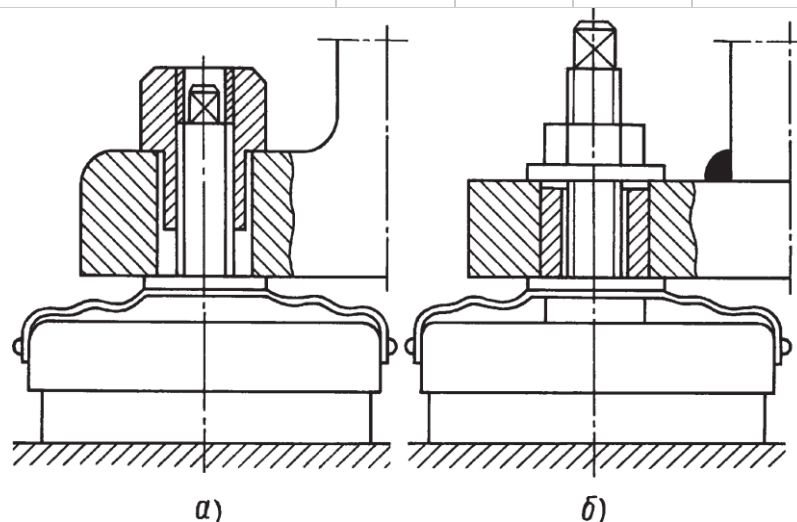


Рис. 12. Установка оборудования на виброизолирующих опорах с креплением: а — гайкой-втулкой; б — фиксирующей втулкой

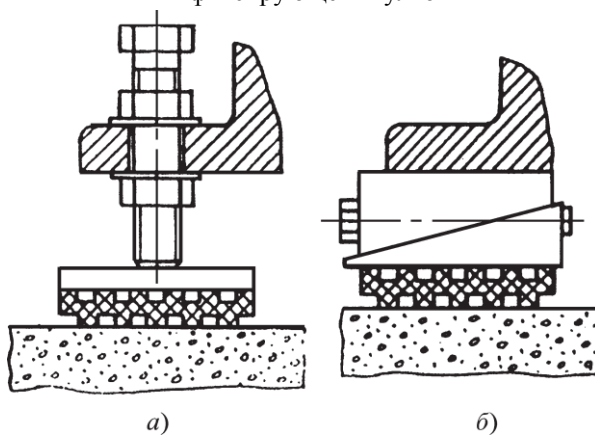


Рис. 13. Установка оборудования на виброизолирующих ковриках с применением отжимных винтов (а) и регулируемых клиновых подкладок (б)

3. Закрепление оборудования

Предварительное закрепление оборудования при установке со сплошным опиранием на подливку проводят после выверки во избежание его смещения. При этом затягивают только гайки фундаментных болтов, расположенных вблизи опорных элементов, с помощью стандартных гаечных ключей без надставок. При затяжке фундаментных болтов диаметром до 24 мм сила на ключе не должна превышать 200 Н.

При выверке оборудования посредством упругих элементов процесс предварительной затяжки совмещают с выверкой. После предварительного закрепления контролируют положение оборудования.

Окончательное закрепление оборудования, устанавливаемого с местным или смешанным опиранием, осуществляют сразу после выверки, а устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку — после достижения бетоном 70 % проектной прочности, о чем от строительной организации необходимо получить соответствующую справку.

Окончательно затягивать фундаментные болты следует равномерно в два-три обхода. Вначале затягивают болты, расположенные по осям симметрии опорной части, затем более удаленные от оси симметрии.

Для затяжки используют стандартные ключи, гайковерты и специальные приспособления. Можно также применять затяжку фундаментных болтов вытяжкой. Для этого при заданной силе затяжки предварительно рассчитывают вертикальное перемещение Δl торца болта вследствие удлинения его стержня и деформаций в зоне анкеровки. На фундамент устанавливают домкраты, выравнивая их установочные поверхности по нивелиру с занижением высотной отметки относительно заданной для опорной поверхности оборудования на величину перемещения Δl .

Иногда выверяют оборудование, установленное на домкраты, по горизонтали и высоте с занижением на величину Δl , используя в качестве баз его исполнительные поверхности. Затем завинчивают гайки до их упора в станину и, используя домкраты, поднимают оборудование до проектной отметки, вытягивая фундаментные болты. В этом положении фиксируют домкраты, огораживают их опалубкой и подливают оборудование. После твердения подливки домкраты извлекают, а оставшиеся ниши заполняют бетоном.

Ответственное оборудование закрепляют с заданной силой затяжки $P_{\text{зат}}$ фундаментных болтов и контролируют его: по крутящему моменту; перемещению торца фундаментного болта; углу поворота гайки; силе на вытяжных домкратах.

При заданной силе затяжки $P_{\text{зат}}$ крутящий момент (Н · м)

$$M_k = P_{\text{зат}} \xi,$$
 где ξ — коэффициент, учитывающий геометрические параметры резьбы, а также трение на участке свинчивания и торце гайки, м.

Значения коэффициента ξ принимают по табл. 17. При отсутствии в технической документации указаний о силе затяжки крутящий момент M_k принимают по табл. 18. Перемещение Δl торца при заданной силе затяжки для съемных и глухих болтов указывают в технологической документации.

При установке оборудования со сплошным опиранием на подливку и заданном перемещении торца болта для глухих и съемных болтов силу затяжки можно контролировать по расчетному углу поворота гайки

$$\alpha_z = \frac{360^\circ}{m} \Delta l,$$

где P — шаг резьбы, мм.

Таблица 17. Коэффициент при контроле затяжки по крутящему моменту

Диаметр резьбы болтов, мм	Коэффициент ξ	Диаметр резьбы болтов, мм	Коэффициент $\xi \cdot 10^2$
M10	$2 \cdot 10^{-3}$	M56	1,4
M12	$2,4 \cdot 10^{-3}$	M64	1,7
M16	$2,2 \cdot 10^{-3}$	M72×6	1,9
M20	$4,4 \cdot 10^{-3}$	M80×6	2,1
M24	$5,8 \cdot 10^{-3}$	M90×6	2,3
M30	$7,5 \cdot 10^{-3}$	M100×6	2,5
M36	$9 \cdot 10^{-3}$	M110×6	2,8
M42	$1,1 \cdot 10^{-3}$	M125×6	3,2
M48	$1,2 \cdot 10^{-3}$	M140×6	3,5

Таблица 18. Крутящие моменты

Диаметр резьбы болта, мм	Крутящий момент, Н · м	Диаметр резьбы болта, мм	Крутящий момент, Н · м
M10	8...12	M42	1000...1500
M12	12...24	M48	1100...2300
M16	30...60	56	2200...3700
M20	50...100	64	4000...6000
M24	130...250	72×6	5000...8600
M30	300...500	90×6	8000...12 000
M36	600...950	100×6	12 000...16 800

При определении вертикальных перемещений торца болта следует пользоваться часовыми индикаторами, прецизионными нивелирами и другими приборами, обеспечивающими возможность измерения относительно ненагруженной поверхности фундамента с высокой точностью.

Угол поворота гайки определяют с помощью мерных подкладок, транспортов и других приспособлений, обеспечивающих точность измерений не менее $\pm 2^\circ$.

Крутящий момент M_k можно контролировать с использованием предельных и динамометрических ключей. В случае применения редкоударных гайковертов крутящий момент следует контролировать по времени работы гайковерта либо по числу ударов.

При закреплении оборудования, работающего со значительными динамическими нагрузками, гайки болтов предохраняют от самоотвинчивания путем их стопорения, которое осуществляют контргайками, пружинными шайбами (ГОСТ 6402–70), стопорными шайбами с лапками (ГОСТ 13463–77).

Необходимость установки контргаек, пружинных и стопорных шайб указывают в инструкции на монтаж оборудования. После выверки и закрепления составляют акт о соответствии установки оборудования на фундаментах требованиям технической документации. После опробования оборудования под нагрузкой проверяют затяжку фундаментных болтов.

Подливка оборудования. Подливаемые поверхности оборудования до его установки на фундаменты должны быть обезжирены и промыты чистой водой.

Все работы по подливке выполняет строительная организация под наблюдением представителя монтажной организации не позже, чем через 48 ч после того, как проверены точность выверки оборудования и оформлены соответствующие акт и заявка. Поверхность фундаментов перед подливкой очищают от посторонних предметов, масел и пыли. Затем поверхность увлажняют, не допуская при этом скопления воды в углублениях и приямках.

При наличии в фундаменте съемных (анкерных) болтов перед подливкой оборудования предпринимают меры по изоляции от сцепления с бетоном (рис. 14, а). Для этого пространство между стержнем 2 болта и стенками анкерной арматуры 4 заполняют сухим песком 5 (рис. 14, б).

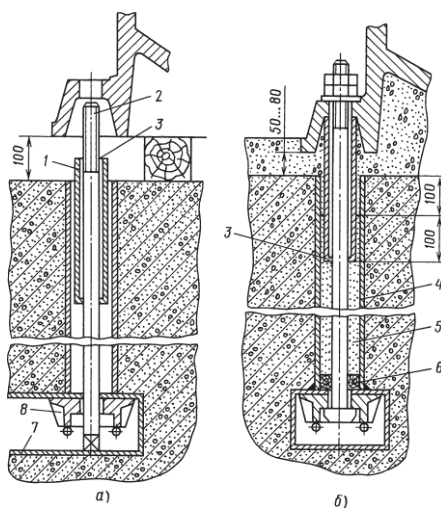


Рис. 14. Установка съемных болтов перед подливкой оборудования

При наличии зазоров между анкерной плитой 8 и закладной коробкой 7 их уплотняют прокладкой 6. На верхней части стержня 2 устанавливают защитную трубку 1 с уплотняющим шнуром 3.

Бетонную смесь или раствор с применением вибраторов подают через отверстия в опорной части или с одной стороны подливаемой детали до тех пор, пока с противоположной стороны смесь или раствор не достигнут уровня, на 20...30 мм превышающего высоту основаной части подливки. Смесь или раствор следует подавать

без перерывов. Уровень смеси или раствора со стороны подачи должен превосходить уровень подливаемой поверхности оборудования не менее чем на 100 мм.

Для подливки оборудования 4 (рис. 15) сложной конфигурации или с большой площадью опорной поверхности применяют специальные лотки-накопители 1. Подливаемое пространство огораживают опалубкой 2, а подачу бетонной смеси осуществляют с помощью вибратора 3. Во избежание усадочных деформаций смеси для подливки должны иметь осадку конуса ≤ 1 см и прочность при сжатии 10 с. Для повышения пластичности смеси на период подливки применяют специальные добавки.

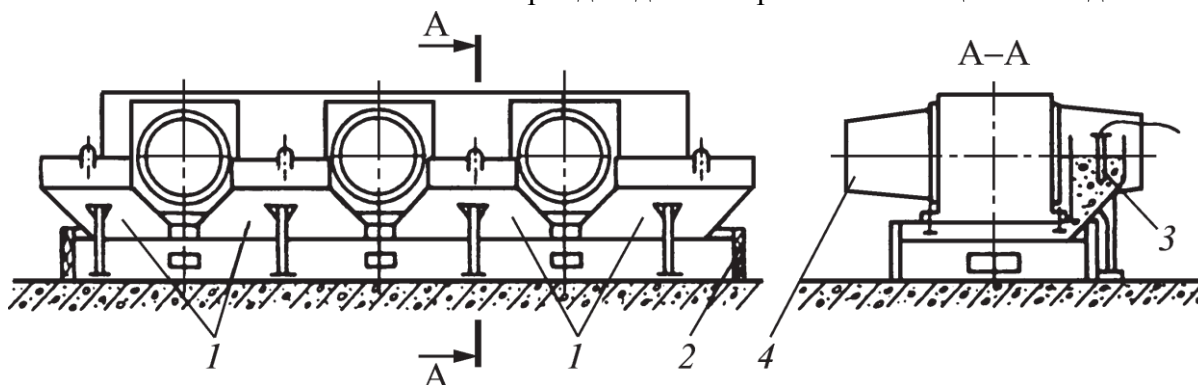


Рис. 15. Схема применения лотков-накопителей для подливки оборудования

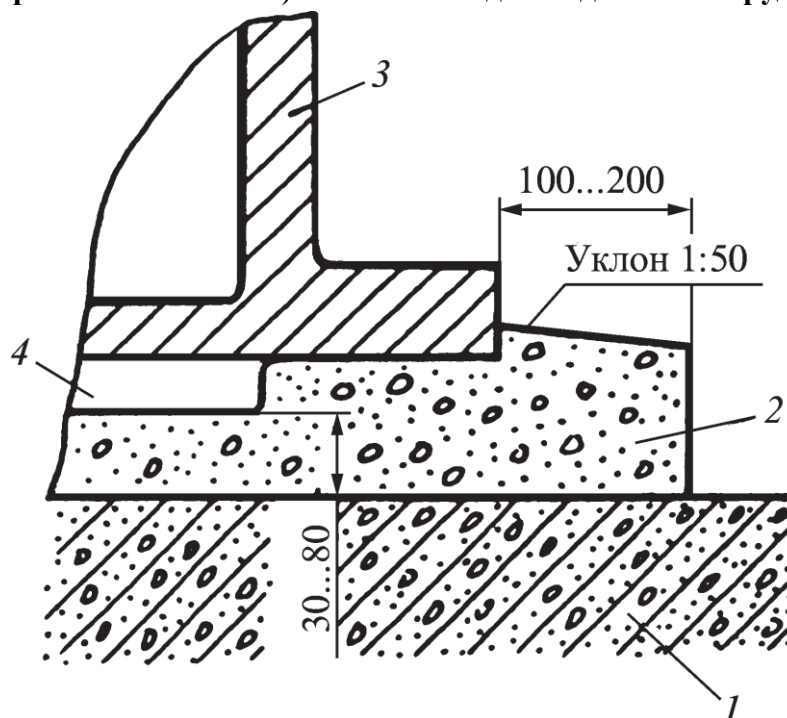


Рис. 16. Схема подливки оборудования

Расстояние от опорной части оборудования до края слоя подливки должно составлять 100...200 мм (рис. 16). Минимальная высота слоя 2 подливки между ребрами жесткости 4 и фундаментом 1 должна быть не менее 50 мм. Высота слоя подливки, лежащего вне опорной детали, должна на 20...30 мм превышать высоту основной части подливки.

Поверхность подливки, примыкающей к опорной части оборудования 3, должна иметь уклон в сторону от оборудования, равный 1:50. Эту поверхность в течение 3 сут после подливки необходимо систематически увлажнять, а для сохранности влаги поверхность следует посыпать древесными опилками или укрывать мешковиной. После

окончательного закрепления оборудования эту поверхность, если требуется, защищают специальными покрытиями.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по УМР

_____ В.Н.Долженкова

«___» _____ 2023г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ
ПО МДК.01.02 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного
оборудования

Разработал(и) преподаватель(и) _____ А.В. Тулина

Рассмотрены на заседании ЦК _____

Протокол № _____

«___» _____ 2023 г.

Председатель ЦК _____ Г.В. Долгодуш

Шебекино, 2023 г.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При подготовке к работе рекомендуется придерживаться следующего плана:

1. Перед началом практической (лабораторной) работы студент должен детально ознакомиться с правилами работы.
2. Прочитать название работы, основные теоретические положения и порядок выполнения работы.
3. Ознакомиться с требованиями.
4. Продумать, какой вывод следует сделать по результатам полученных данных.

Перед началом работы преподаватель в краткой беседе выясняет степень подготовленности студента к практическим работам.

В отчете должны быть записаны: тема занятий, ход выполнения работы. В процессе работы в отчет заносятся результаты наблюдений.

После окончания работы студент показывает преподавателю результаты и сделанные из них выводы.

Перечень практических работ

по учебной дисциплине:

Практическая работа №1. Изучение конструкции зубчатого цилиндрического редуктора.

Практическая работа №2. Разборка и сборка цилиндрического редуктора

Практическая работа №3 .Организация работ по испытанию промышленного оборудования после монтажа.

Практическая работа №4 Организация пусконаладочных работ промышленного оборудования после монтажа.

Практическая работа №5. Организация работ по испытанию компрессора после монтажа.

Практическая работа №1.

Изучение конструкции зубчатого цилиндрического редуктора.

Цель работы:

изучение конструкции зубчатого двухступенчатого редуктора:- устройство корпуса редуктора;- изучение системы заливки и контроля уровня смазки;- изучение конструкции валов редуктора, их крепления и регулировки в корпусе редуктора;- знакомство с зубчатыми цилиндрическими передачами и определение деталей последовательно передающих энергию и воспринимающих окружные, осевые и радиальные нагрузки;- освоение способов замера расчетных геометрических размеров передач;- освоение метода расчета основных параметров зацепления;- овладение знаниями формул расчета геометрических, кинематических, энергетических и силовых параметров цилиндрических зубчатых передач;- владение навыками эскизирования валов редуктора в сборе с опорными подшипниками и насаженными на них зубчатыми колёсами (для промежуточного и выходного вала).

Оборудование:

- двухступенчатый цилиндрический редуктор с косозубыми колесами с развернутой схемой расположения валов.
- измерительный инструмент: штангенциркуль, линейка.

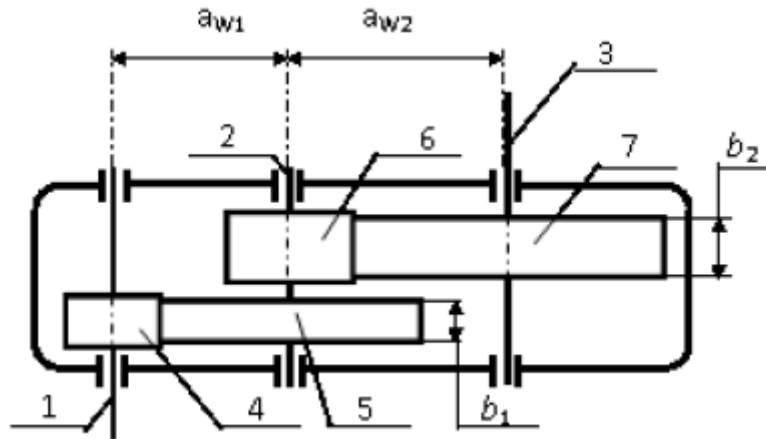


Рисунок 1. Кинематическая схема двухступенчатого цилиндрического редуктора:

1 – вал быстроходный; 2 – вал промежуточный; 3 – вал тихоходный; 4 – шестерня быстроходной передачи (Z_1); 5 – зубчатое колесо быстроходной передачи (Z_2); 6 – шестерня тихоходной передачи (Z_3); 7 – зубчатое колесо тихоходной передачи (Z_4).

1. Общие сведения о редукторах и цель работы

1.1 Общие сведения о редукторах.

Редуктором называется устройство, предназначенное для уменьшения частоты вращения и соответствующего увеличения крутящего момента. Конструктивно редуктор выполняется в виде корпуса, в котором размещаются одна или несколько передач зацеплением с постоянным передаточным числом (отношением) на валах с подшипниковыми опорами.

Редуктор общемашиностроительного применения – редуктор, выполненный в виде самостоятельного агрегата, предназначенный для привода различных машин и механизмов и удовлетворяющий комплексу технических требований, общему для большинства случаев применения без учета каких-либо специфических требований, характерных для отдельных областей применения.

Редукторы общемашиностроительного применения, несмотря на конструктивные различия, близки по основным технико-экономическим характеристикам: невысокие окружные скорости, средние требования к надежности, точности и металлоемкости при повышенных требованиях по

трудоемкости изготовления и себестоимости. Это их отличает от специальных редукторов (авиационных, судовых, автомобильных и др.) - редукторов, выполненных с учетом специфических требований, характерных для отдельных видов техники.

В соответствии с ГОСТ 29076-91 редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения классифицируют в зависимости от:

- вида применяемых передач, числа ступеней и взаимного расположения осей входного и выходного валов (параллельное, соосное, пересекающееся, скрещивающееся);
- взаимного расположения геометрических осей входного и выходного валов в пространстве (горизонтальное и вертикальное);
- способа крепления редуктора (на приставных лапах или на плите, фланец со стороны входного/выходного вала насадкой);
- расположения оси выходного вала относительно плоскости основания и оси входного вала (боковое, нижнее, верхнее) и числа входных и выходных концов валов.

Цифровое условное обозначение по ГОСТ 2037-94 варианта сборки редуктора и мотор-редуктора характеризует взаимное расположение выходных концов валов, их количество и должно входить в условное обозначение изделия.

Общие технические условия регламентированы: для редукторов общемашиностроительных применения – ГОСТ Р 50891-96; для мотор-редукторов – ГОСТ Р 50968-96.

Важнейший характеристический размер, в основном определяющий нагрузочную способность, габариты и массу редуктора называют главным параметром редуктора. Главный параметр цилиндрический, червячных и глобоидных редукторов – межосевое расстояние автихоходной ступени.

Основная энергетическая характеристика редуктора – номинальный момент $T_{ном}$, представляющий собой допустимый вращающий момент на его тихоходном (ведомом) валу при постоянной нагрузке.

2. Изменение размеров.

2.1 Исходные данные по приложению №7:

$$P_{вх} = 1.6$$

кВт

- мощность на входном валу редуктора;

$$n_1 = 1350$$

об

мин

- частота вращения выходного вала редуктора.

2.2 Определим межосевые расстояния передач a_w путем косвенных измерений размеров корпуса (Приложение 2, рисунок П2.1). Рассчитанные по результатам измерений межосевые расстояния согласуем со стандартом (Приложение 1, таблица 1.1) и занесем в таблицу №1.

Сосчитаем числа зубьев шестерен Z_1 и колес Z_2 быстроходной и тихоходной пар и занесем таблицу №1.

Имеем: $D_2 = 57$ мм

$$D_1 = 52 \text{ мм}, D_3 = 81 \text{ мм}, T_1 = 27 \text{ мм}, T_2 = 33 \text{ мм}, Z_1 = 20, Z_2 = 80, Z_3 = 16, Z_4 = 80,$$
$$\beta_1 = 20^\circ, \beta_2 = 16^\circ, b_{w1} = 20 \text{ мм}, b_{w2} = 31 \text{ мм}.$$

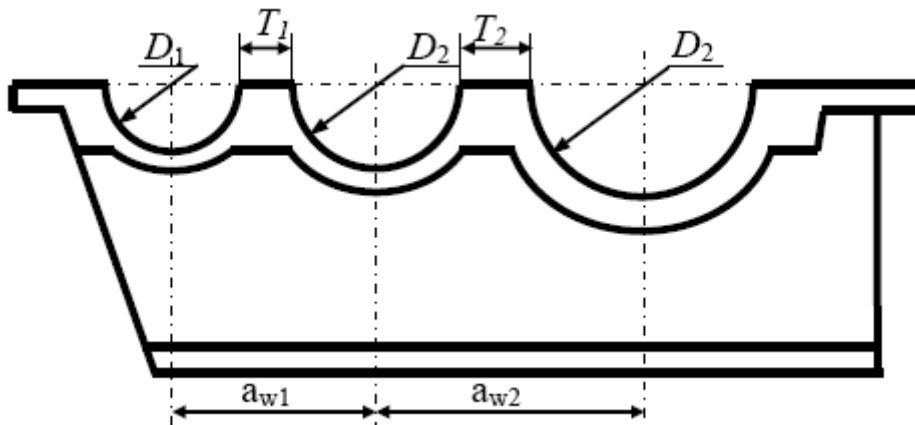


Рисунок 2.

2.3 Межосевые расстояния

$$a_{w1}' = \frac{D_1 + D_2}{2} + T_1 = \frac{52 + 57}{2} + 27 = 81.5$$

мм

(1)

$$a_{w2}' = \frac{D_2 + D_3}{2} + T_2 = \frac{57 + 81}{2} + 33 = 102.0$$

мм

Согласно стандарту [1, приложение 1, таблица 1.1] межосевое расстояние цилиндрических редукторных передач (по ГОСТ 2185-66)

$$a_{w1} = 80$$

мм

$$a_{w2} = 100$$

мм

2.4 Передаточное число каждой передачи

(2)

$$U_1 = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{80}{20} = 4$$

$$U_2 = \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{80}{16} = 5$$

2.5 Общее передаточное число редуктора

$$U_{общ} = U_1 \cdot U_2 = 4 \cdot 5 = 20$$

(3)

2.6 Диаметр начальной и делительной окружности шестерни и колеса

$$d_{w1} = 2 \cdot \frac{a_{w1}}{U_1 + 1} = 2 \cdot \frac{80}{4 + 1} = 32.0$$

мм

$$d_1 = d_{w1} = 32$$

мм

(4)

$$d_{w2} = d_{w1} \cdot U_1 = 32.0 \cdot 4 = 128.0$$

мм

$$d_2 = d_{w2} = 128$$

мм

$$d_{w3} = \frac{2 \cdot a_{w2}}{U_2 + 1} = \frac{2 \cdot 100}{5 + 1} = 33.33$$

$$d_3 = d_{w3} = 33.33$$

мм

$$d_{w4} = d_{w3} \cdot U_2 = 33.33 \cdot 5 = 166.6$$

$$d_4 = d_{w4} = 166.6$$

мм

2.7 Торцевой модуль зацепления

(5)

$$m_{t1} = \frac{2 \cdot a_{w1}}{Z_1 + Z_2} = \frac{2 \cdot 80}{20 + 80} = 1.6$$

мм

$$m_{t2} = \frac{2 \cdot a_{w2}}{Z_3 + Z_4} = \frac{2 \cdot 100}{16 + 80} = 2.083$$

мм

2.8 По торцевому модулю определяется нормальный модуль

$$m_{n1} = \cos(\beta_1) \cdot m_{t1} = \cos(20^\circ) \cdot 1.6 = 1.504$$

мм

(6)

$$m_{n2} = \cos(\beta_2) \cdot m_{t2} = \cos(16^\circ) \cdot 2.083 = 2.002$$

мм

Из ГОСТ 9563 - 60 [1. Приложение 1, таблица 1.2] выбирается ближайшее меньшее значение. Это

и будет нормальный модуль m_n

принимает

$$m_{n1} = 1.5$$

мм

$$m_{n2} = 2$$

мм

Уточняем значение угла наклона зуба на делительной окружности

(7)

$$\beta'_1 = \arccos\left(\frac{m_{n1}}{m_{t1}}\right) = \arccos\left(\frac{1.5}{1.6}\right) = 20.364^\circ$$

$$\beta'_2 = \arccos\left(\frac{m_{n2}}{m_{t2}}\right) = \arccos\left(\frac{2}{2.083}\right) = 16.229^\circ$$

2.9 Диаметр вершин зубьев шестерни и колеса

(8)

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_{n1} = 32 + 2 \cdot 1.5 = 35 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_{n1} = 128 + 2 \cdot 1.5 = 131 \text{ мм}$$

$$d_{a3} = d_3 + 2 \cdot m_{n2} = 33.33 + 2 \cdot 2 = 37.33 \text{ мм}$$

$$d_{a4} = d_4 + 2 \cdot m_{n2} = 166.6 + 2 \cdot 2 = 170.6 \text{ мм}$$

2.10. Диаметр впадин зубьев шестерни и колеса

$$d_{f1} = d_1 - 2.5 \cdot m_{n1} = 32 - 2.5 \cdot 1.5 = 28.25$$

мм

(9)

$$d_{f2} = d_2 - 2.5 \cdot m_{n1} = 128 - 2.5 \cdot 1.5 = 124.2$$

мм

$$d_{f3} = d_3 - 2.5 \cdot m_{n2} = 33.33 - 2.5 \cdot 2 = 28.33$$

мм

$$d_{f4} = d_4 - 2.5 \cdot m_{n2} = 166.6 - 2.5 \cdot 2 = 161.6$$

мм

2.10 Высота зуба

(10)

$$h_1 = 2.25 \cdot m_{n1} = 2.25 \cdot 1.5 = 3.375$$

мм

$$h_2 = 2.25 \cdot m_{n2} = 2.25 \cdot 2 = 4.5$$

мм

2.11. Коэффициент ширины колеса

(11)

$$\psi_{a1'} = \frac{b_{w1}}{a_{w1}} = \frac{20}{80} = 0.25$$

$$\psi_{a2'} = \frac{b_{w2}}{a_{w2}} = \frac{31}{100} = 0.31$$

принимая в соответствии с ГОСТ 2185-66 [1, прил. табл 1,3]

$$\psi_{a1} = 0.25$$

$$\psi_{a2} = 0.315$$

3. Определение мощности на деталях передач.

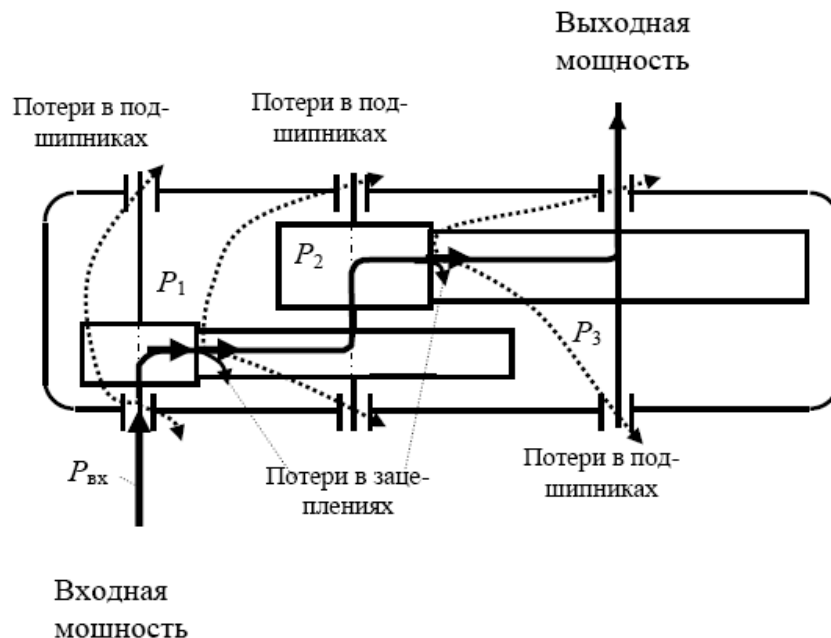


Рисунок 2.

На рисунке 2 показаны потоки мощности, которые последовательно передаются от входного вала к выходному с ответвлением части мощности на преодоление сопротивлений в подшипниках и зацеплениях.

3.1. Определение мощности на быстроходном валу

Поток мощности $P_{вх}$ подведен к входному валу, на котором он разветвляется: большая ее часть P_1 передается на шестерню быстроходной передачи, меньшая (0,5...1,0%) – на преодоление сопротивлений в подшипниках быстроходного вала. Таким образом, мощность, под действием которой находится быстроходный вал, подведенная к шестерне быстроходной передачи

(12)

$$P_1 = P_{вх} \cdot \eta_n = 1.6 \cdot 0.993 = 1.589$$

кВт

$$\eta_n = 0.993$$

- КПД подшипников для каждого вала редуктора.

3.2. Определение мощности на промежуточном валу

С шестерни быстроходной передачи мощность P_1 разветвляется: большая ее часть передается на колесо быстроходной передачи, меньшая (2,0...3,0%) – на преодоление сил трения в быстроходном зацеплении и (0,5...1,0%) – на преодоление сопротивлений в подшипниках промежуточного вала. Таким образом, весь блок промежуточного вала будет нагружен мощностью P_2 .

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_n = 1.589 \cdot 0.98 \cdot 0.993 = 1.55$$

кВт

(13)

где

$$\eta_1 = 0.98$$

- КПД быстроходного зацепления.

3.3. Определение мощности на тихоходном валу

С шестерни тихоходной пары мощность P_2 разветвляется: большая ее часть передается на колесо тихоходной передачи, меньшая (2,0...3,0%) – на преодоление сил трения в тихоходном зацеплении и (0,5...1,0%) – на преодоление сопротивлений в подшипниках тихоходного вала. Таким образом, весь блок тихоходного вала будет нагружен мощностью P_3 .

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_2 \cdot \eta_n = 1.55 \cdot 0.98 \cdot 0.993 = 1.51$$

кВт

(14)

где

$$\eta_2 = 0.98$$

- КПД тихоходного зацепления.

Общий КПД редуктора

$$\eta_{ред} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_n^3 = 0.98 \cdot 0.98 \cdot 0.993^3 = 0.94$$

(15)

Мощность выходного вала редуктора

$$P_{вых} = P_3 = 1.51$$

кВт

(16)

4. Определение частот вращения вала

4.1. Частота вращения промежуточного вала

(17)

$$n_2 = \frac{n_1}{U_1} = \frac{1350}{4} = 337.5$$

об

мин

где

$$n_1 = 1.35 \times 10^3$$

об

мин

-частота вращения входного (быстроходного) вала;

$$U_1 = 4$$

- передаточное число быстроходной передачи.

4.2. Частота вращения выходного (тихоходного) вала

$$n_3 = \frac{n_2}{U_2} = \frac{337.5}{5} = 67.5$$

об

мин

(18)

где

$$n_2 = 337.5$$

об

мин

-частота вращения промежуточного вала;

$$U_2 = 5$$

- передаточное число тихоходной передачи.

5. Определение крутящих моментов на валах.

5.1. Крутящий момент на входном валу

(19)

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{1.589}{1350} = 11.24$$

H·м

5.2. Крутящий момент на промежуточном валу

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{1.55}{337.5} = 43.86$$

H·м

(20)

5.3. Крутящий момент на тихоходном валу

(21)

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{1.51}{67.5} = 213.64$$

H·м

6. Определение усилий в передачах

6.1. Окружное усилие быстроходной (тихоходной передачи)

(22)

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot T_1 \cdot 10^3}{d_1} = \frac{2 \cdot 11.24 \cdot 10^3}{32} = 702.5$$

H

(23)

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_2 \cdot 10^3}{d_2} = \frac{2 \cdot 43.86 \cdot 10^3}{128} = 685.312$$

H

где

$$d_1 = 32 \cdot \text{мм}$$

- делительный диаметр быстроходной передачи;

$$d_2 = 128 \cdot \text{мм}$$

- делительный диаметр тихоходной передачи;

6.2 Осевое усилие быстроходной (тихоходной) передачи

$$F_{A1} = F_{t1} \cdot \operatorname{tg}(\beta'_1) = 702.5 \cdot \operatorname{tg}(20.364^\circ) = 260.755 \cdot H$$

(24)

$$F_{A2} = F_{t2} \cdot \operatorname{tg}(\beta'_2) = 685.312 \cdot \operatorname{tg}(16.229^\circ) = 199.478 \cdot H$$

(25)

6.3. Радиальное усилие быстроходной (тихоходной) передачи

(26)

$$F_{R1} = F_{t1} \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\cos(\beta'_1)} = 702.5 \cdot \frac{\operatorname{tg}(20^\circ)}{\cos(20.364^\circ)} = 272.735 \cdot H$$

(27)

$$F_{R2} = F_{t2} \cdot \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\cos(\beta'_2)} = 685.312 \cdot \frac{\operatorname{tg}(20^\circ)}{\cos(16.229^\circ)} = 259.785 \cdot H$$

где

$$\alpha = 20^\circ$$

- угол зацепления.

7. Определение окружных скоростей в передачах

Окружная скорость быстроходной (тихоходной) передачи

$$V_{t1} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 10^3} = \frac{\pi \cdot 32 \cdot 1350}{60 \cdot 10^3} = 2.262 \cdot \frac{м}{с}$$

(28)

(29)

$$V_{t2} = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{\pi \cdot 128 \cdot 337.5}{60 \cdot 10^3} = 2.262 \cdot \frac{м}{с}$$

Все рассчитанные параметры в пунктах 3...7 нанесем в таблицу 1 и таблицу 2.

Таблица 1.

Наименование параметров	Обозначение	Размерность	Замер или номер формулы	Значение параметра	
				Быстроходная ступень	Тихоходная ступень
Замеры					
Межосевое расстояние	a w	мм	замер	81,5	102
			ГОСТ	80	100
Число зубьев шестерни	Z(1,3)		сосчитать	20	16
Число зубьев колеса	Z(2,4)		сосчитать	80	80
Угол наклона зуба	$\beta(1,2)$			20°	16°
Наружный диаметр шестерни	da(1,3)	мм	замер	35	37,33
Наружный диаметр колеса	da(2,4)	мм	замер	131	170,6
Ширина зубчатого колеса	bw	мм	замер	20	31
Расчеты					
Передаточное число ступеней	U1,U2		(2)	4	5
Передаточное число редуктора	Uред		(3)	20	
Диаметр делительной окружности шестерни	d(1,3)	мм	(4)	32	33,33
Диаметр делительной окружности колеса	d(2,4)	мм	(4)	128	166,6
Торцевой модуль	mt	мм	(5)	1,6	2,083
Нормальный модуль	mn	мм	по ГОСТ	1,5	2
Угол наклона зуба	β'	град	(7)	20	16
		мин		21	13
		сек		50	44
Диаметр окружности выступов шестерни	da(1,3)	мм	(8)	35	37,33
Диаметр окружности выступов колеса	da(2,4)	мм	(8)	131	170,6
Диаметр окружности впадин шестерни	df(1,3)	мм	(9)	28,25	28,33
Диаметр окружности впадин колеса	df(2,4)	мм	(9)	124,2	161,6
Высота зуба	h	мм	(10)	3,375	4,5
Коэффициент ширины колеса	ψ_a		По замеру (11)	0,25	0,31
			по ГОСТ	0,25	0,315

Таблица №2

Наименование параметров	Обозначение	Размерность	№ формулы	Значение
Мощность на входном валу	$P_{вх}$	кВт	Задание	1,6
Мощность на шестерне быстроходной передачи	P_1	кВт	(12)	1,589
Мощность на промежуточном валу	P_2	кВт	(13)	1,55
Мощность на тихоходном валу	P_3	кВт	(14)	1,51
Частота вращения быстроходного вала	n_1	об/мин	Задание	1350
Частота вращения промежуточного вала	n_2	об/мин	(17)	337,5
Частота вращения тихоходного вала	n_3	об/мин	(18)	67,5
Крутящий момент на быстроходном валу	T_1	Н*м	(19)	11,24
Крутящий момент на промежуточном валу	T_2	Н*м	(20)	43,86
Крутящий момент на тихоходном валу	T_3	Н*м	(21)	213,64
Окружное усилие быстроходной передачи	F_{t1}	Н	(22)	702,5
Окружное усилие тихоходной передачи	F_{t2}	Н	(23)	685,312
Осевое усилие быстроходной передачи	F_{A1}	Н	(24)	260,7551
Осевое усилие тихоходной передачи	F_{A2}	Н	(25)	199,4777
Радиальное усилие быстроходной передачи	F_{r1}	Н	(26)	272,7348
Радиальное усилие тихоходной передачи	F_{r2}	Н	(27)	259,785
Окружная скорость быстроходной передачи	V_{t1}	м/с	(28)	2,261947
Окружная скорость тихоходной передачи	V_{t2}	м/с	(29)	2,261947

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Разборка и сборка цилиндрического редуктора.

Цели работы:

- организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;
- изучить конструкцию цилиндрического редуктора, особенности его сборки и разборки, систему смазки;
- составить описание и кинематическую схему цилиндрического редуктора.
- определить основные параметры зубчатых передач редуктора;

Оборудование и инструмент:

- цилиндрический двухступенчатый редуктор;
- штангенциркуль, линейка, набор гаечных ключей.

Теоретическое обоснование работы

Редуктором называется закрытая зубчатая передача, служащая для передачи вращательного момента от двигателя (ведущего вала) к потребителю (ведомому валу). При этом на ведомом валу понижается частота вращения и увеличивается вращательный момент.

Корпус редуктора чугунный, литой разъемный. Состоит из основания и крышки корпуса. К станине редуктор крепится 4 болтами М8.

Крышка к основанию корпуса крепится 8 болтами М10. А также для точной фиксации крышки с основанием имеются два цилиндрических штифта. На крышке имеется смотровое окно, которое закрывается пластинкой с 4 винтами М4.

Через смотровое окно наблюдают за состоянием редуктора и заливают масло. На крышке редуктора имеется прилив с отверстием М14 для установки рым-болта при подъеме и транспортировке редуктора.

Контроль уровня смазки в редукторе осуществляется щупом через смотровое окно.

Для слива отработанного масла в нижней части корпуса имеется отверстие, которое закрывается резьбовой пробкой М16.

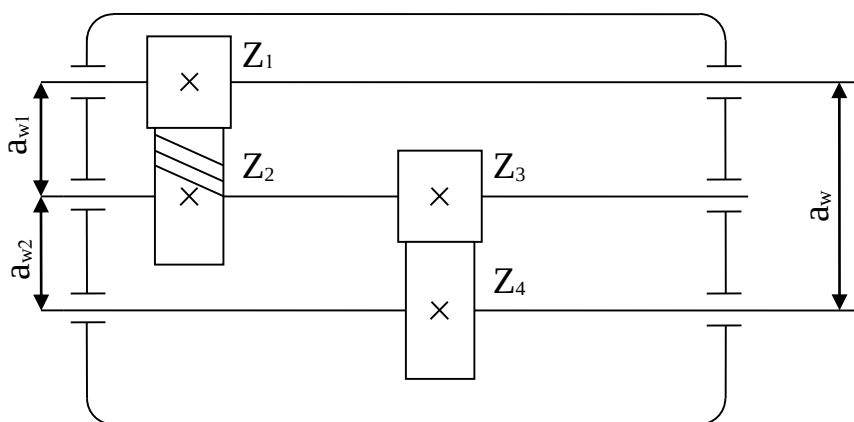


Рисунок 1 - Кинематическая схема редуктора

1. Определение параметров зубчатого зацепления для **быстроходной косозубой** ступени:

Измерим:

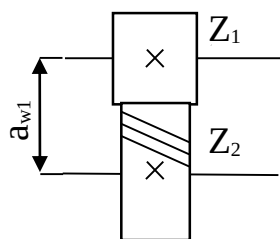


Рисунок 2 –
Быстроходная
косозубая ступень.

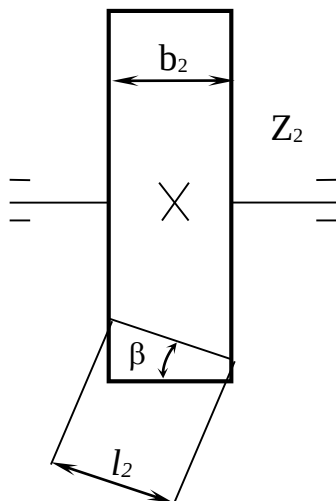


Рисунок 3 –
Колесо косозубой
ступени.

$a_{w1} =$
 $b_2 =$
 $l_2 =$
 $Z_1 =$
 $Z_2 =$

Предварительный угол наклона зуба:

$$\cos \beta = b_2 / l_2 =$$

Межосевое расстояние:

$$a_{w1} = d_1/2 + d_2/2 = (m_1 \cdot z_1)/(2 \cos \beta) + (m_1 \cdot z_2)/(2 \cos \beta) = m_1 \cdot (z_1 + z_2)/(2 \cos \beta).$$

отсюда определим нормальный модуль косозубой передачи:

$$m_1 = (2 \cos \beta \cdot a_{w1}) / (z_1 + z_2) =$$

По ГОСТ 9563-60 и СТ СЭВ 310-76 (табл.8.1 стр.114 Куклин Н.Г.
«Детали машин» М.) принимаем:

$$m_1 =$$

Определение геометрических соотношений **быстроходной косозубой** ступени:

а) для шестерни:

диаметр делительной окружности: $d_1 = m_1 \cdot z_1 / \cos \beta =$

диаметр вершин: $da_1 = d_1 + 2m_1 =$

диаметр впадин: $df_1 = d_1 - 2.5m_1 =$

б) для колеса:

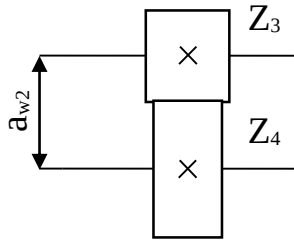
$$d_2 = m_1 \cdot z_2 / \cos \beta =$$

$$da_2 = d_2 + 2m_1 =$$

$$df_2 = d_2 - 2.5m_1 =$$

2. Определение параметров зубчатого зацепления для **тихоходной прямозубой** ступени:

Измерим:



$$a_{w2} =$$

$$b_4 =$$

$$Z_3 =$$

$$Z_4 =$$

Рисунок 4 - Тихоходная прямозубая ступень.

Межосевое расстояние:

$$a_{w2} = d_3/2 + d_4/2 = (m_2 \cdot z_3)/2 + (m_2 \cdot z_4)/2 = m_2 \cdot (z_3 + z_4)/2.$$

отсюда определим модуль прямозубой ступени:

$$m_2 = 2a_{w2}/(z_3 + z_4) =$$

По ГОСТ 9563-60 и СТ СЭВ 310-76 (табл.8.1 стр.114 Куклин Н.Г.

«Детали машин» М.:) принимаем:

$$m_2 =$$

Определение геометрических соотношений **тихоходной прямозубой** ступени:

а) для шестерни:

диаметр делительной окружности: $d_3 = m_2 \cdot z_3 =$

диаметр вершин: $da_3 = d_3 + 2m_2 =$

диаметр впадин: $df_3 = d_3 - 2.5m_2 =$

б) для колеса:

$$d_4 = m_2 \cdot z_4 =$$

$$da_4 = d_4 + 2m_2 =$$

$$df_4 = d_4 - 2.5m_2 =$$

3. Передаточное число редуктора определяется как общее всех ступеней передач следующим образом:

$$u_1 = z_2/z_1 =$$

$$u_1 = z_4/z_3 =$$

$$u_{об} = u_1 \cdot u_2 =$$

Зубчатые колеса крепятся на валах и удерживаются от проворачивания призматическими шпонками.

Валы редуктора установлены на подшипниках качения.

Порядок выполнения работы

1 Внешнее описание конструкции корпуса редуктора.

2 Перед разборкой редуктора необходимо:

- установить число пар ступеней;
- измерить межосевые расстояния a_w, a_{w1}, a_{w2} ;
- установить способ заливки масла в редуктор и его спусковой контроль уровня смазки в редукторе;
- установить число отверстий под болты для крепления редуктора к фундаменту и их диаметр.

3 Разборка редуктора:

- снять крышки подшипников;
- снять крышку редуктора:
 - а) установить количество и диаметр болтов для крепления крышки к корпусу;
 - б) установить каким образом обеспечивается герметичность крышки с корпусом;
 - в) установить способ смазки подшипников;
 - г) выполнить кинематическую схему редуктора;
 - д) определить передаточное число редуктора;
- снять валы с насаженными на них зубчатыми колесами и подшипниками;
- разобрать валы:
 - а) снять подшипники;
 - б) замерить диаметр наружной обоймы D , внутренней обоймы d , ширины обоймы B . Записать номер подшипника, который нанесен на торец одной из обойм;
 - в) снять зубчатые колеса;
 - г) установить крепления колес на валу от проворачивания и фиксацию в осевом направлении;
 - е) определить основные параметры зацепления ($m_1, m_2, z_1, z_2, z_3, z_4, a_{w1}, a_{w2}, \beta$);
 - ж) определить геометрические соотношения зубчатых колес редуктора;
- собрать редуктор.

Сборка редуктора ведется в обратной последовательности разборки.

При сборке редуктора установить крепление и уплотнение крышек подшипников и подшипниковых узлов.

Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы преимущества косозубых передач по сравнению с прямозубыми?
- 2 Как влияет на работу косозубой передачи изменение угла наклона зубьев? Каковы рекомендуемые значения этих углов?
- 3 Какие модули зацепления различают для косозубых колес и какова зависимость между ними?

Практическая работа №3 .

Организация работ по испытанию промышленного оборудования после монтажа.

Цель работы: научиться настраивать токарный станок для точения конуса различными методами после монтажа

Теоретические предпосылки.

Точение конусов поворотом верхних салазок суппорта (рис. 1, а) применяют при обработке точных внутренних и наружных конусов небольшой длины, так как ход резцовых салазок ограничен. Резцовые салазки поворачивают на угол α , равный половине угла при вершине конуса, и сообщают им чаще ручную, реже механическую подачу.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2L}$$

Из схемы видно, что D и d —соответственно больший и меньший диаметры конуса; L — длина конуса.

Точение конуса смещением центра задней бабки применяют для обработки длинных деталей с небольшой конусностью (рис. 1, б).

Величину поперечного смещения H (мм) корпуса задней бабки определяют по формуле

$$h = L \sin \alpha,$$

где L — длина оправки, мм.

Угол α можно определить по той же формуле, что и в предыдущем способе. Этот метод непригоден для точных конусов, так как из-за быстрого изнашивания центровых отверстий точность базирования нарушается.

Обработка конуса с помощью конусной линейки (рис. 1, в) позволяет получать точные конусы с углом α до 18° , длина которых не превышает длины линейки. На кронштейнах 4, привернутых сзади к станине, укрепляют линейку 2, которую устанавливают под требуемым углом α к линии центров станка. По линейке перемещается ползун 1, связанный с поперечным суппортом 5, который предварительно отсоединен от нижней каретки. При включении продольной механической подачи резец получит два перемещения: продольное — от каретки, поперечное — от ползуна. Результирующая перемещения направлена параллельно оси линейки. Величину смещения линейки m измеряют по шкале 8 и определяют по

формуле $m = A \operatorname{tg} \alpha$. $\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2H} = K \quad i = 2K = \frac{D-d}{H}$

Обработку конусов широким резцом применяют для конических поверхностей длиной не более 15—20 мм, при больших углах наклон имеет невысокие требования к точности обработки.

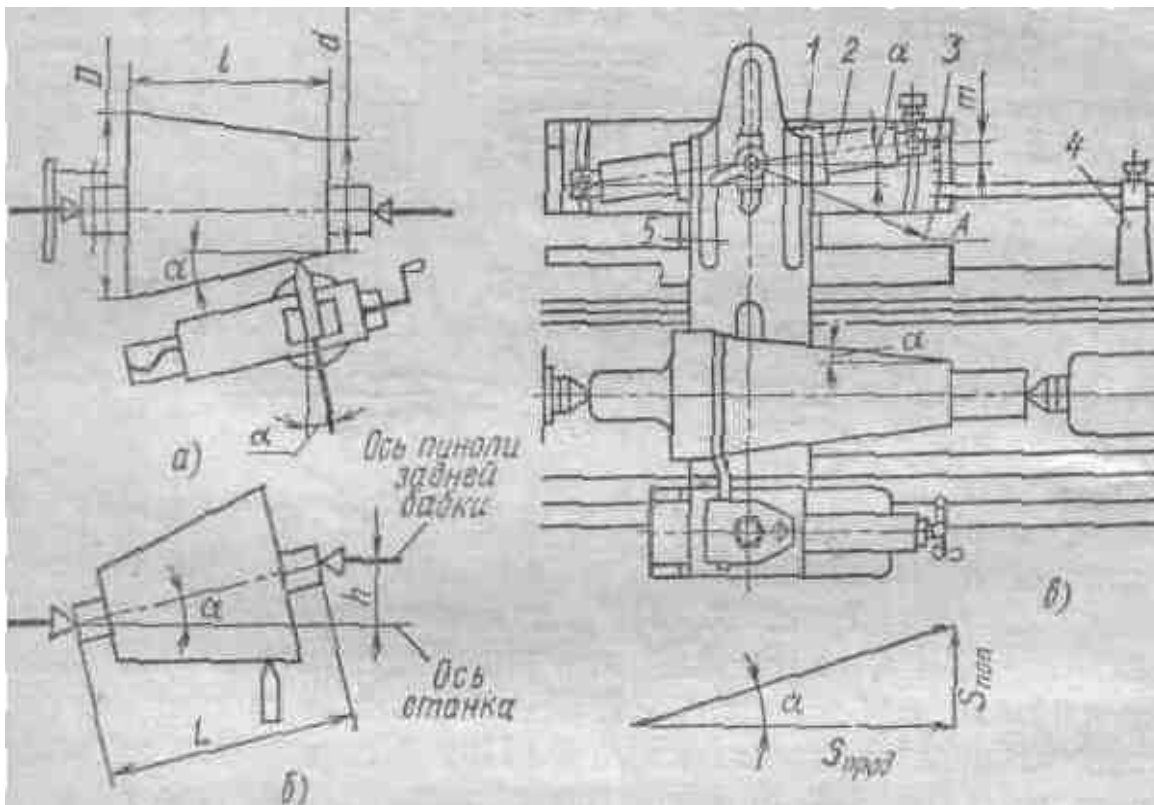


Рис. 1. Схема обработки конусов на токарно-винторезном станке

Пример решения задачи. Определить смещение центра задней бабки, при обработке конуса с конусностью $\alpha = 10^\circ$ длиной $L=150\text{мм}$

Решение:

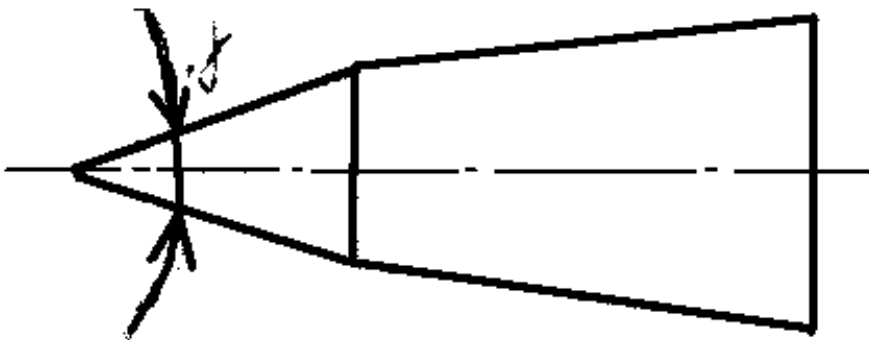
$$h = L \cdot \sin \alpha$$

$$h = 150 \cdot 0,1736 = 26 \text{ (мм)}$$

Задачи для самостоятельного решения.

1. Определить угол поворота резцовой каретки при обрабатывании конической поверхности $D=210\text{мм}$, $d=170\text{мм}$, $H=130\text{мм}$.

2. Определить величину поворота конусной линейки для обрабатывания, зная угол при вершине конуса $\gamma = 19^\circ 30'$.



3. Определить величину поворота конусной линейки по метрической шкале для обтачивании конической поверхности с конусностью $i = \frac{10}{100}$ при расстоянии А (от оси поворота линейки до шкалы) 250 мм.

4. Определить возможность обработки конуса путем поворота конусной линейки зная, что последняя может повернуться лишь на 10^0 , обработка задается $D=140$ мм, $d=100$ мм, $L=200$ мм.
5. Определить возможность обработки конической поверхности путем поворота резцовой каретки зная, что последняя может передвинутся лишь на 200мм. Обработка задается высотой конуса $H=200$ мм и углом конуса $\alpha=45^0$
6. Установить конусную линейку на станке для обработка конической поверхности по следующим данным : диаметр большого основания- $D=170$ мм, диаметр меньшего основания – $d=140$ мм, высота конуса- $L=200$ мм.
7. Определить величину поворота конусной линейки для обтачивания конической поверхности по следующим данным: угол уклона конуса $\alpha= 3^02'$, расстояние от оси вращения до шкалы $A = 225$ мм.
8. Определить величину поворота по метрической шкале конусной линейки для обработки изделия конусностью $i = \frac{1}{20}$.Расстояние от оси вращения до шкалы $A = 300$ мм.
9. Обточить конус с помощью соответствующей установки конусной линейки по данным: угол уклона конуса $\alpha= 12^0$, длина оправки $L=180$ мм. Проверить, можно ли обработать тот же конус путем смещения центра задней бабки, зная, что это перемещение не может быть большим 26 мм.
10. Определить величину поворота конусной линейки для обработки конической поверхности конусностью $i = \frac{10}{100}$.
11. Определить величину поворота конусной линейки для обработки конической поверхности конусностью $i = \frac{16}{100}$.

Контрольные вопросы.

- 1.16K20Ф1 - расшифровать модель станка.
- 2.Уравнение кинематического баланса цепи поперечной подачи.
3. Основные узлы и механизмы станка 1Г340.
4. Назначение станка СА-562.
5. Назвать все движения в станке ИР-500.

Практическая работа №4
Организация пусконаладочных работ промышленного оборудования после
монтажа.

Практическая работа №5.

Организация работ по испытанию компрессора после монтажа.

Цель работы: изучить пусконаладочные работы компрессора после монтажа

Теоретическая часть

Пуско-наладка, испытание, сдача КУ и ГПА в эксплуатацию является завершающей фазой монтажных работ. Однако испытанию должны предшествовать пусконаладочные работы. К началу этих работ должны быть завершены все монтажные работы, налажена подача электроэнергии и охлаждающей воды, обеспечена работа вентиляции, канализации, а в зимнее время и системы отопления.

Подготовка к первому пуску включает проверку правильности монтажа и приведение в рабочее состояние систем газовых коммуникаций, смазки, уплотнений, контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации, управления и предпусковой ревизии механизмов движения привода и компрессора.

Подготовка системы газовой коммуникации включает контроль выполнения всех монтажных работ по документам, испытания на прочность и плотность. Проверяют всасывающий и нагнетательный трубопроводы, фильтры на отсутствие посторонних предметов, сняты ли заглушки, удалена ли вода после испытаний на прочность. Затем проверяют запорно-регулирующую арматуру как внешним осмотром на комплектность, так и приводя в действие с пульта управления. При этом необходимо отметить положения регулирующих органов арматуры и соответствие их с рабочей документацией, а также плавность работы механизмов движения. Также необходимо проверить срабатывание предохранительных клапанов. После выполнения этих работ необходимо осуществить продувку системы сухим чистым воздухом или азотом, и система готова к пуску.

Подготовка систем смазки и уплотнений включает проверку правильности монтажа, комплектности и работоспособности запорно-регулирующей арматуры, контрольно-измерительных приборов. Также проверяется наличие масла в системе, работоспособность масляных насосов. После этого начинают прокачку системы, включив насосы. Если насосы имеют привод от механизма движения компрессора, то прокачку осуществляют пусковым насосом. При прокачке по контрольным маслоуказателям либо ослаблением разъемных соединений, либо ощупью по нагреванию узла проверяют поступление масла ко всем смазочным точкам. Также необходимо проверить слив масла из трубопроводов в маслобак или картер компрессора. Чистоту прокачиваемого масла контролируют установкой сетки с марлевой салфеткой в одном из фланцевых соединений на нагнетательной линии насоса. Прокачку ведут до тех пор, пока салфетка не будет оставаться чистой. После этого промывают фильтры и заменяют его элементы.

При прокачке следует проверить работу редукционного клапана и настроить его на соответствующее по документации давление. В системе уплотнения необходимо также проверить работу гидравлического или газового затвора и поддержания перепада давления между уплотняемым газом и затворной средой. По окончании промывки масло сливают из системы и заправляют свежим маслом, а слитое масло отправляют на регенерацию.

Подготовка системы контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации и управления осуществляется параллельно с подготовкой выше рассмотренных систем. Проверка пломб, визуальный осмотр, непосредственное включение запорно-регулирующей арматуры, а где невозможно прямое включение, то его имитация позволяет своевременно определить и отладить эти системы.

Также проверяют механизмы движения компрессора совместно с приводом. Для этого проводят ревизию всех узлов механизма движения, особо обращая внимание на подшипники, уплотнения, зубчатое зацепление передач и муфты. Затем при работающей системе смазки производят ручную прокрутку всего механизма движения компрессора и привода, осуществляя при этом слуховой контроль.

После выполнения этих работ можно приступать к пуску КУ или ГПА. Предварительно на холостом ходу испытывается основной электродвигатель. Для этого его отсоединяют от

промежуточной передачи разборкой муфтового соединения. Включают системы смазки, охлаждения двигателя и производят пробный пуск. После набора ротором достаточной скорости вращения, электродвигатель выключают и проверяют состояние её подшипников. После наладки работы основного электродвигателя осуществляют сборку муфты и приступают к пуску КУ в целом.

Пуск осуществляют по заранее разработанному алгоритму, где обычно указывается последовательность включения оборудования, запорно-регулирующей арматуры и систем установки. После выполнения предпусковых приготовлений обычно на операторском пульте загорается табло «Компрессор готов к пуску». После этого можно осуществить пробный пуск компрессора, нажав на соответствующую кнопку.

Пробный пуск – это по существу кратковременная работа механизма движения компрессора в неустановившемся режиме, что создает повышенные нагрузки на основные детали. При этом часто удается выявить внутренние пороки деталей, и даже нарушение целостности некоторых из них не приводит к аварии благодаря быстрой остановке. Поэтому после остановки производят ревизию компрессора: осматривают основные детали несущие нагрузку, рабочие поверхности подшипников и уплотнений, проверяют крепления узлов и деталей друг к другу, элементов КА, КУ, ГПА к фундаменту, производят вновь сборку. Если после пробного пуска пришлось устранить существенные недостатки (например, заменить подшипник), то пробный пуск необходимо повторить. В случае устранения мелких недостатков, например, при подчистке рабочей поверхности подшипника, можно сразу приступить к обкатке компрессора на холостом ходе.

Обкатка компрессора на холостом ходе должна проводиться не менее одного часа. Иногда длительность обкатки составляет до 24 часов. За время обкатки трущиеся узлы компрессора нагреваются до рабочей температуры. При этом происходит расконсервация его внутренних узлов и деталей. Время обкатки обычно указано в инструкции по монтажу и эксплуатации. После обкатки производят полную ревизию механизмов движения компрессора. При отсутствии существенных неполадок после сборки проводят **предварительные испытания КУ, ГПА под нагрузкой**.

Для проведения предварительных испытаний после пуска, если компрессор работает нормально на холостом ходу, начинают повышать давление нагнетания, закрывая байпасный клапан КУ, ГПА. Давление нагнетания рекомендуется повышать плавно с остановками при 25, 50, 75 и 100 % от рабочего давления. В каждом режиме следует отработать не менее двух часов. Необходимо следить за основными параметрами компрессора (расход, давление и температура газа на входе, по ступеням и на нагнетании) и показателями его технического состояния (давление и температура охлаждающей воды, масла в системе смазки и уплотнений, вибрационное состояние основных деталей, узлов и т.д.). Неполадки, возникающие при испытании под нагрузкой, разрешается устранять только после снятия нагрузки и остановки компрессора. Если результаты предварительного испытания положительны, то после ревизии приступают к **испытаниям компрессора под полной нагрузкой**. Длительность испытания зависит от типа и марки компрессора и обычно указывается в технической документации на компрессор.

Компрессоры, сжимающие пожароопасные, токсичные и взрывоопасные газы в основном испытываются на воздухе, азоте или на модельном газе, который состоит из специально подобранной смеси. Выбор газа осуществляется на основе термогазодинамических требований и должен создать условия, близкие к рабочему газу, а также обеспечить безопасность испытаний.

Компрессор, прошедший непрерывные испытания, подвергают ревизии. При этом осуществляют визуальный контроль всех взаимодействующих деталей и узлов, проверяют крепления всех элементов и устраняют выявленные неполадки. Также рекомендуется заменить фильтры и масло. Затем производят сборку компрессора. Правильность сборки проверяется **контрольным испытанием**, после чего подписывается акт о проведении этих испытаний. К акту прилагается монтажно-техническая документация, подтверждающая полноту и качество выполнения работ.

Под наладкой КУ понимают выполнение работ по устранению неполадок, возникающих в период пуска и испытаний. В результате наладочных работ компрессорная установка приводится в работоспособное состояние.

Неисправности компрессоров, возникающие при наладке, достаточно разнообразны и не всегда очевидны. Поэтому на вопросы диагностики и устранения неисправностей необходимо обратить

внимание при проведении лабораторных занятий. Все работы, связанные с пуско-наладкой, необходимо записывать в специальный или эксплуатационный журнал.

После завершения пусконаладочных работ и подписания акта приемки начинается этап эксплуатации и обслуживания КУ. В условиях производства четко различаются две сферы хозяйствования [[1]], которым соответствуют две службы – эксплуатации и обслуживания оборудования. Служба эксплуатации эксплуатирует оборудование на основании соответствующих правил, положений, инструкций и т.д., при этом осуществляет непрерывный круглосуточный контроль, а служба обслуживания следит за состоянием оборудования, устанавливает диагноз, “лечит” и совершенствует его.

Для большей четкости изложения основных целей и задач этих служб в дальнейшем используем термины “Технологическая служба” и “Техническая служба”. Кроме того, в КС имеются также “Вспомогательные службы”, предназначенные для обеспечения её жизнедеятельности.

При эксплуатации компрессорные установки, ГПА могут находиться в следующих состояниях:

1. **Работа.** КУ, ГПА в этом состоянии находится под нагрузкой, т.е. осуществляет перекачку газа в сеть;

2. **Горячий резерв.** На КУ, ГПА выполнены и непрерывно поддерживаются все предпусковые условия, она готова к моментальному пуску. Длительность нахождения в данном состоянии до 30 суток, после чего проводится техобслуживание в соответствии с инструкцией по эксплуатации;

3. **Резерв.** На КУ, ГПА выполнены и непрерывно поддерживаются предпусковые условия, обеспечивающие запуск не позднее, чем через два часа после поступления команды (допускается выполнение операций техобслуживания, обеспечивающих выполнение этого условия). Длительность нахождения в данном состоянии до 100 суток, после чего следует провести комплексное опробование работоспособности ГПА;

4. **Техническое обслуживание.** Агрегат находится в работоспособном состоянии, но на нем проводятся операции техобслуживания, предусмотренные эксплуатационной документацией. Периодичность и длительность нахождения в этом состоянии определяется технической и нормативной документацией;

5. **Ремонт.** Агрегат находится в неработоспособном состоянии, на нем производят плановые или аварийные ремонты в соответствии с ремонтной документацией. Различают три вида ремонтов: текущий ремонт, который осуществляется по истечении 8000, средний ремонт – по истечении 16000, а капитальный ремонт – по истечении 32000 часов наработки. Точные сроки и объемы ремонтных работ определяются планом-графиком, технической и нормативной документацией;

6. **Консервация.** На агрегате проведены работы, обеспечивающие его сохранность до двух лет и способность к восстановлению в течение не более 30 суток до работоспособного состояния и готовности к эксплуатации. Консервацию и восстановление проводят в соответствии с технической и нормативной документацией.

Нахождение ГПА или КУ в одном из состояний определяется режимами работы магистрального газопровода или технологической установки, наличием резервных агрегатов и указаниями диспетчерской службы.

Установки в состояниях 1–4 находятся в распоряжении технологической службы, а в состоянии 4 частично и в состояниях 5, 6 полностью находятся в распоряжении технической службы.

Контрольные вопросы:

1. Подготовка к первому пуску включает?
2. Испытание на холостом ходу.
3. Обкатка компрессора.
4. испытание под полной нагрузкой
5. Состояния ГПА

Список литературы.

Основные источники (печатные издания):

1. Синельников А.Ф. Монтаж промышленного оборудования и пусконаладочные работы. Учебник для студ. спо. - М.: «Академия», 2018.
2. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.1 (1-е изд.) учебник. - М.: «Академия», 2017.
3. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.2 (1-е изд.) учебник. - М.: «Академия», 2017.

Дополнительная литература

1. Схиртладзе А. Г., Феофанов А.Н. , и др. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: В 2 ч. М.: ИЦ «Академия» 2016. - 272, 256 с.
2. Воронкин Ю.Н., Поздняков Н.В. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. – М.: АКАДЕМИЯ. 2010. – 240 с.: ил.
3. Зайцев Контрольно – измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев. – 3 е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 243 с.
4. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства: учебник: для студ. учреждений сред. проф. образования/ О.С. Моряков. - 2-е изд. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 256 с.
5. Новиков В.Ю. Технология машиностроения: учебник в 2 ч. Часть 1 :для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Новиков– М.: Издат. центр "Академия", 2012г. – 384 с.
6. Гулина, Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В. Гулина. / - М.: Академия, 2013. – 294 с.
7. Куклин, Н.Г. Детали машин [Текст] / Н.Г. Куклин. – М.: Машиностроение 2012. – 185 с.
8. Олофинская, В.П. Детали машин [Текст]: краткий курс и тестовые задания / В.П. Олофинская. – М., Форум-ИНФРА, 2012. - 208 с.
9. Эрдеди, А.А. Детали машин [Текст] / А.А. Эрдеди. – М.: Высшая школа, 2013. – 212 с.

Электронные источники

1. http://master.znay.net/raboty_po_metalu/slesarnye_raboty/instrumentarij_slesarya/slesarnye_instrumenty_obschego_naznacheniya
2. http://fictionbook.ru/author/litagent_yenas/slesarnoe_delo_prakticheskoe_posobie_dlya_slesarya/read_online.html
3. <http://www.bibliotekar.ru/slesar/>

Министерство образования Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Шебекинский техникум промышленности и транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Зам.директора (по УМР)

_____ В.Н. Долженкова

«___» _____ 2023 г.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по МДК.01.02 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

наименование УД/ПМ/

15.02.12 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного
оборудования (по отраслям)»

специальность

Разработал преподаватель
ОГАПОУ «Шебекинский техникум
промышленности и транспорта»

А.В. Тулина

подпись

И.О. Фамилия

Рассмотрена на заседании ЦК М
Протокол №___ от _____ 2023 г.
Председатель ЦК _____ Г.В.Долгодуш

Шебекино, 2023

СОСТАВ КОМПЛЕКТА

1. Паспорт комплекта оценочных (контрольно-измерительных) материалов
 - 1.1. Область применения
 - 1.2. Описание процедуры оценки и системы оценивания по программе
 - 1.2.1. Общие положения об организации оценки
 - 1.2.2. Промежуточная аттестация
 - 1.2.3. Итоговая аттестация
 - 1.3. Инструменты оценки теоретического материала
 - 1.4. Инструменты оценки практического этапа оценки результатов освоения программы
2. Оценочные (контрольно-измерительные) материалы для промежуточной и/или государственной (итоговой) аттестации
 - 2.1. Оценочные (контрольно-измерительные) материалы для теоретического этапа промежуточной и/или государственной (итоговой) аттестации
 - 2.2. Оценочные (контрольно-измерительные) материалы для практического этапа промежуточной и/или государственной (итоговой) аттестации

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА ОЦЕНОЧНЫХ (КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ) МАТЕРИАЛОВ

1.1. Область применения

Комплект оценочных (контрольно-измерительных) материалов предназначен для оценки по **МДК.01.02 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ** по специальности **15.02.12 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)»**

1.2. Описание процедуры оценки и системы оценивания по программе

1.2.1. Общие положения об организации оценки

Основными формами проведения текущего контроля знаний на уроках теоретического обучения являются устный опрос, письменное выполнение заданий в форме тестов, самостоятельных работ, карточек-заданий, написание докладов, рефератов, творческих работ и их последующее прослушивание и обсуждение, а также контроль выполнения обучающимися индивидуальных заданий.

1.2.2. Промежуточная аттестация (условия, цель и время проведения в структуре учебного года) *Указываются наименования элементов программы, по которым предусматриваются процедуры промежуточной аттестации и формы их проведения*

<i>Шифр</i>	<i>Наименование элемента программы</i>	<i>Вид промежуточной аттестации</i>	<i>Форма проведения</i>
<i>МДК.01.02</i>	<u>ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ</u>	<i>Диф. зачет</i>	<i>устно</i>

1.3. Инструменты оценки для теоретического материала

Наименование знания (умения), проверяемого в рамках компетенции (-ий) (переносится из спецификации)	Критерии оценки	Формы и методы оценки	Тип заданий	Проверяемые результаты обучения (Код ПК или ОК)
Знания виды передач, их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;	Перечисляет виды передач и дает краткую характеристику оборудования	Тестирование, экспертное наблюдение за выполнением практических работ 75% правильных ответов Оценка процесса Оценка результатов	Тестовые задания, выполнение практических работ	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43
кинематику механизмов, соединения деталей машин;	Демонстрирует владение терминологией и использование в процессе обучения;		Тестовые задания, выполнение практических работ	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43
типы, назначение, устройство редукторов и подшипников;	Использует основные положения для выполнения практических работ;		Тестовые задания, выполнение практических работ	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43
назначение, устройство и параметры приборов и инструментов, необходимых для выполнения наладки промышленного оборудования;	Перечисляет приборы и инструменты для наладки оборудования		Тестовые задания, выполнение практических работ	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43
методы испытаний промышленного оборудования;	Перечисляет методы испытаний промышленного оборудования		Тестовые задания, выполнение практических работ	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39

				ЛР43
технология пусконаладочных работ при введении в эксплуатацию промышленного оборудования с учетом специфики технологических процессов; технический и технологический регламент проведения испытания на холостом ходу, на виброустойчивость, мощность, температурный нагрев, чистоту обработки деталей, жесткость, точность; средства контроля при пусконаладочных работах	Использует основные положения для выполнения практических работ		<i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i>	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43
Умения определять целостность упаковки и наличие повреждений оборудования; определять техническое состояние единиц оборудования; поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места;	Демонстрирует умение поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда и безопасности.	Тестирование, экспертное наблюдение за выполнением практических работ <i>75% правильных ответов</i> <i>Оценка процесса</i> <i>Оценка результатов</i>	<i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i>	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43

осуществлять наладку оборудования в соответствии с данными из технической документации изготовителя и ввод в эксплуатацию; регулировать и настраивать программируемые параметры промышленного оборудования с использованием компьютерной техники; анализировать по показаниям приборов работу промышленного оборудования; производить подготовку промышленного оборудования к испытанию;	Демонстрирует подготовку промышленного оборудования к испытанию		<i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i>	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43
производить испытание на холостом ходу, на виброустойчивость, мощность, температурный нагрев, чистоту обработки деталей, жесткость, точность в соответствии с техническим регламентом с соблюдением требований охраны труда; контролировать качество выполненных работ;	Правильно осуществляет испытания на холостом ходу, с соблюдением требований охраны труда		<i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i>	ОК.1-8 ОК.9-10 ПК.1.1. ПК.1.3 ЛР 34 -ЛР 39 ЛР43

ОЦЕНОЧНЫЕ (КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ) МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ
промежуточной аттестации

Текущий контроль качества обученности студентов осуществляется в устной и письменной формах:

1. проверка качества аналитической обработки материалов нормативных источников и дополнительной литературы.
2. проведение экспресс-опросов;
3. фронтальные устные опросы;
4. тестирование по отдельным темам или блокам тем;

5. оценка результатов работы на практических занятиях;
6. оценка результатов выполнения рефератов, докладов, сообщений, эссе и презентаций

Тест №1 (Раздел 1)

1. Для каких целей нельзя применить зубчатую передачу:
 - а) Бесступенчатое изменение частоты вращения одного вала по сравнению с другим +
 - б) Дискретное изменение частоты вращения одного вала по сравнению с другим
 - в) Передача вращательного движения с одного вала на другой
2. Можно ли при неизменной передаваемой мощности с помощью зубчатой передачи получить больший крутящий момент:
 - а) Можно, увеличивая частоту вращения ведомого вала
 - б) Можно, уменьшая частоту вращения ведомого вала +
 - в) Нельзя
3. Чтобы зубчатые колеса могли быть введены в зацепление, что у них должно быть одинаковым:
 - а) Диаметры
 - б) Ширина
 - в) Шаг +
4. По какому принципу построены ряды стандартных значений межосевых расстояний, передаточных чисел, коэффициента ширины зубьев:
 - а) Геометрическая прогрессия +
 - б) Ряд целесообразных чисел
 - в) Арифметическая прогрессия
5. Отношение ширины зубчатой шестерни к ее диаметру допускают наибольшим, когда шестерня расположена:
 - а) На консоли вала
 - б) Несимметрично между опорами вала
 - в) Симметрично между опорами вала +
6. Каким материалам для изготовления небольших зубчатых колес закрытых передач следует отдавать предпочтение:
 - а) Среднеуглеродистые стали обыкновенного качества без термообработки
 - б) Малоуглеродистые и легированные стали с поверхностной химико-термической обработкой +
 - в) Среднеуглеродистые качественные и легированные стали с объемной закалкой
7. От чего не зависит коэффициент прочности зубьев по изгибным напряжениям (формы зуба):
 - а) Числа зубьев
 - б) Формы выкружки у основания зуба
 - в) Материала +
8. Как изменится напряжение изгиба, если нагрузка на передачу увеличится в четыре раза:

- а) Возрастет в четыре раза +
 - б) Возрастет в два раза
 - в) Не изменится
9. Какой вид разрушения зубьев наиболее характерен для закрытых, хорошо смазываемых, защищенных от загрязнений зубчатых передач:
- а) Истирание зубьев
 - б) Заедание зубьев
 - в) Усталостное выкрашивание поверхностного слоя на рабочей поверхности зуба +
10. При проектировании закрытой зубчатой передачи выполняют следующие основные расчеты:
- а) Рассчитывают диаметры
 - б) Рассчитывают и назначают межосевое расстояние +
 - в) Рассчитывают и назначают модуль
11. В каком случае можно применить червячную передачу:
- а) Скрещиваются под прямым углом +
 - б) Пересекаются под некоторым углом
 - в) Оси валов параллельны
12. Как обычно в червячных передачах передается движение:
- а) От колеса к червяку
 - б) От червяка к колесу +
 - в) И от колеса к червяку, и наоборот
13. Червячную передачу в общем случае характеризуют следующие параметры:
- а) Передаточное число +
 - б) Число заходов червяка
 - в) Межосевое расстояние
14. В машиностроении применяются червячные передачи с червяками:
- а) Конвольютным
 - б) Эвольвентным
 - в) Архимедовым +
- RELAP
15. Чему равна скорость скольжения в зацеплении червячной пары:
- а) Больше окружной скорости на червяке +
 - б) Окружной скорости на колесе
 - в) Окружной скорости на червяке
16. К какому виду механических передач относятся цепные передачи:
- а) Трением с непосредственным касанием рабочих тел
 - б) Зацеплением с промежуточной гибкой связью +
 - в) Трением с промежуточной гибкой связью
17. Характеризуя цепные передачи, обычно отмечают:
- а) Малые нагрузки на валы звездочек
 - б) Широкий диапазон межосевых расстояний
 - в) Отсутствие скольжения +

18. Укажите цепи, предназначенные для работы при больших скоростях:

- а) Грузовые
- б) Приводные +
- в) Тяговые

19. При каком взаимном расположении валов возможно применение цепной передачи:

- а) Пересекаются под некоторым углом
- б) Скрещиваются под любым углом
- в) Оси валов параллельны +

20. К приводным относятся следующие цепи:

- а) Роликовые
- б) Круглозвенные +
- в) Зубчатые

II вариант.

1. По форме сечения ремня различают передачи:

- а) Клиноременные +
- б) Плоскоременные
- в) Поликлиноременные

2. Характеризуя ременную передачу, отмечают ее качества:

- а) Повышенные габариты
- б) Плавность, безударность работы +
- в) Широкий диапазон межосевых расстояний

3. При малом межосевом расстоянии и большом передаточном числе, какую передачу предпочтительно применить:

- а) Плоскоременную
- б) Плоскоременную перекрестную
- в) Клиноременную +

4. На какой ветви и как ставится натяжной ролик в ременной передаче с натяжным роликом:

- а) На ведущей, оттягивая ветвь
- б) На ведомой, прижимая ветвь +
- в) На ведущей, прижимая ветвь

5. Где следует размещать ролик в ременной передаче с натяжным роликом:

- а) В середине между шкивами
- б) Ближе к большему шкиву
- в) Ближе к меньшему шкиву +

6. Укажите передаточные механизмы, в которых фрикционные передачи получила наибольшее распространение:

- а) Редукторы
- б) Вариаторы +
- в) Мультипликаторы

7. Из отмеченных недостатков фрикционных передач:

- а) Равномерность вращения +
- б) Большие нагрузки на валы и подшипники

- в) Необходимость в специальных прижимных устройствах
8. Если один из катков фрикционной передачи обтянуть кожей, то:
- Увеличится коэффициент трения
 - Должна быть снижена сила, прижимающая катки
 - Увеличится коэффициент, учитывающий скольжение +
9. Для работы фрикционной передачи необходима сила, прижимающая катки друг к другу. Какова величина этой силы по отношению к полезному окружному усилию:
- Всегда больше +
 - Всегда меньше
 - Может быть и больше и меньше
10. Во фрикционной передаче коническими катками между пересекающимися осями, внешнюю прижимающую катки силу как следует прикладывать:
- Перпендикулярно осям катков
 - Вдоль осей катков +
 - Перпендикулярно линии соприкосновения катков
11. Определите, для каких целей нельзя применить зубчатую передачу?
- Передача вращательного движения с одного вала на другой.
 - Дискретное изменение частоты вращения одного вала по сравнению с другим.
 - Бесступенчатое изменение частоты вращения одного вала по сравнению с другим. +
 - Превращение вращательного движения вала в поступательное.
12. Выберите верный ответ. Можно ли при неизменной передаваемой мощности с помощью зубчатой передачи получить больший крутящий момент?
- Нельзя.
 - Можно, уменьшая частоту вращения ведомого вала. +
 - Можно, увеличивая частоту вращения ведомого вала.
 - Можно, но с частотой вращения валов это не связано.
13. Ниже перечислены основные передачи зубчатыми колесами:
- цилиндрические с прямым зубом;
 - цилиндрические с косым зубом;
 - цилиндрические с шевронным зубом;
 - конические с прямым зубом;
 - конические с косым зубом;
 - конические с круговым зубом;
 - цилиндрическое колесо и рейка.
- Определите, сколько из них могут быть использованы для передачи вращения между пересекающимися осями?
- Одна.
 - Две.
 - Три. +

4. Четыре.

14. Сравнивая зубчатые передачи с другими механическими передачами, отмечают:

- а) сложность изготовления и контроля зубьев;
- б) невозможность проскальзывания;
- в) высокий КПД;
- г) малые габариты;
- д) шум при работе;
- е) большую долговечность и надежность;
- ж) возможность применения в широком диапазоне моментов, скоростей, передаточных отношений.

Отметьте, сколько из перечисленных свойств можно отнести к положительным?

- 1. Три.
- 2. Четыре. +
- 3. Пять.
- 4. Шесть.

15. Выберите, в какой из передач указанной точности следует ожидать при прочих равных условиях наибольшие динамические нагрузки?

- а) Ст. 9Е; +
- б) Ст. 8Д;
- в) Ст. 7С;
- г) Ст. 6В.

16. Определите, какой из приведенных возможных критериев работоспособности зубчатых передач считают наиболее вероятным для передач в редукторном (закрытом) исполнении?

- а) Поломка зубьев.
- б) Усталостное выкрашивание поверхностных слоев. +
- в) Абразивный износ.
- г) Заедание зубьев.

17. Сравниваются два нормальных зубчатых колеса из одного материала, одинаковой ширины, с одинаковым числом зубьев и с модулем первое—2 мм; второе — 4 мм. Выберите, какая нагрузочная способность по изгибной прочности у этих колес?

- а) Одинаковая.
- б) Первого больше, чем второго.
- в) Второго больше, чем первого. +
- г) От модуля не зависит.

18. Выяснилось, что при расчетах зубчатых колес на изгибную прочность ошибочно передаваемый момент был занижен в четыре раза. Определите, чтобы передача была работоспособна, как надо увеличить модуль?

- а) В четыре раза. +
- б) В два раза.
- в) В раз.

г) $B = 1,58$ раза.

19. Выберите, от чего не зависит коэффициент прочности зубьев по изгибным напряжениям (формы зуба)?

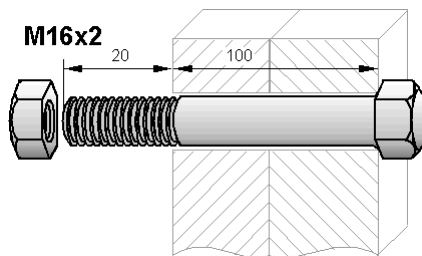
- а) Материала. +
- б) Числа зубьев.
- в) Коэффициента смещения исходного контура.
- г) Формы выкружки у основания зуба.

20. Выберите верный ответ. С увеличением диаметра зубчатого колеса за счет большего числа зубьев при прочих равных условиях как изменится его изгибная нагрузочная способность?

- а) Растет пропорционально.
- б) Растет, но не пропорционально. +
- в) Уменьшается пропорционально.
- г) Уменьшается, но не пропорционально.

Тест №2 (Раздел 1)

1. На сколько оборотов необходимо закрутить гайку, чтобы стянуть металлические листы?

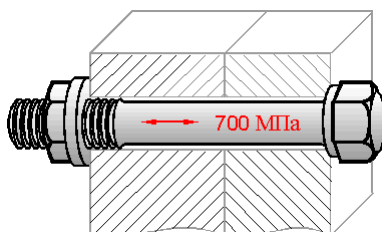


- A. 8 оборотов
- C. 16 оборотов

- B. 10 оборотов**
- D. 20 оборотов

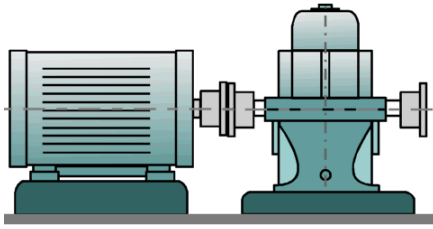
2. Сталь болта имеет предел прочности на растяжение 1000 МПа. Прочность болта при испытании 830 МПа. При преднатяге болта напряжение в стержне достигло 700 МПа.

Находится ли напряжение в рекомендуемых пределах?

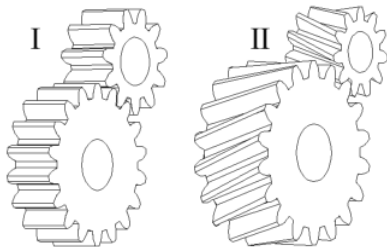


- A. Да**
- B. Нет. Преднатяг слишком большой.
- C. Нет. Преднатяг слишком маленький

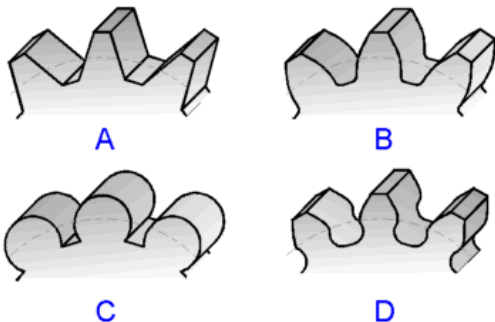
3. Редуктор жестко соединен с электрическим мотором. Что **не** является причиной **углового смещения** валов?



- A. **Износ зубчатых передач.**
 - B. Чрезмерные радиальные и осевые вибрации.
 - C. Разлом в вале.
 - D. Незатянутые болты в основаниях.
 - E. Чрезмерная утечка масла из подшипников
4. Какая функция смазки не является **основной**?
- A. Снижение трения.
 - B. Уменьшение нагрева.
 - C. Снижение изнашивания.
 - D. **Предотвращение коррозии металла подшипника**
5. Винтовые зубчатые передачи (II) имеют наклонные зубья. Какое преимущество использования винтовых передач (II) по сравнению с прямозубыми передачами (I)?



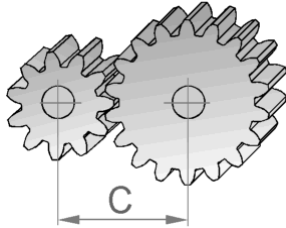
- A. .Имеется осевой компонент силы.
 - B. **Тихий и плавный ход.**
 - C. У винтовых передач стоимость изготовления меньше.
6. Какая форма зубьев у колеса?



A
C

B
D

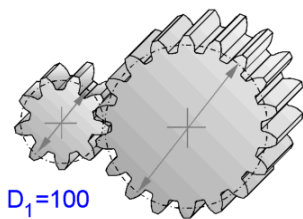
7. Как влияет увеличение расстояния между центрами колес на передаточное отношение?



- A. Передаточное отношение уменьшается
B. Передаточное отношение не изменяется
 C. Передаточное отношение увеличивается

8. Входное колесо имеет 9 зубьев.

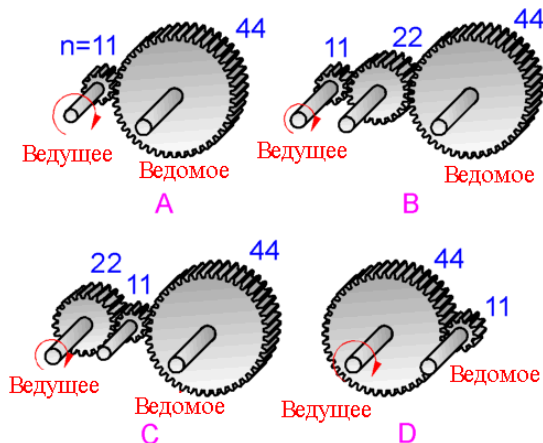
Какое возможное количество зубьев у выходного колеса?



$D_1=100$
 $Z_1=9$ $D_2=200$ $Z_2=?$

- A. 16 - 18 зубьев
 B. 18 - 20 зубьев
 C. 16 - 20 зубьев
D. только 18 зубьев

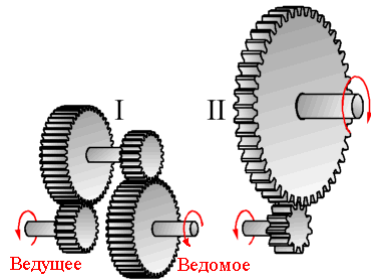
9. Вам необходима зубчатая передача с передаточным отношением 4:1 и выходным колесом вращающимся в том же направлении, что и входное. Выберите подходящую передачу.



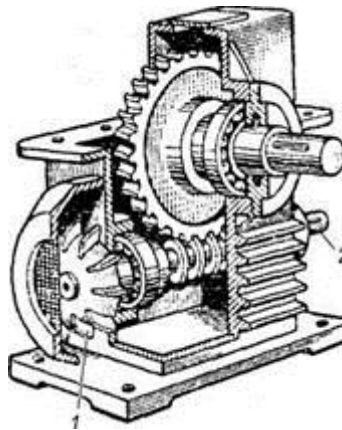
A
C

B
D

10. Каково главное преимущество у **составных** зубчатых передач (I) по сравнению с одинарными передачами (II)?



- A. .Выше передаточное отношение.
 B. **Корпус с составными передачами имеет меньший размер (высоту) с тем же передаточным отношением.**
 C. Меньше размер зубьев
11. Тепловой расчет необходим для...
- A. фрикционной передачи;
 B. коническо-цилиндрического редуктора
 C. **червячного редуктора.**
12. Поясните, за счет чего осуществляется искусственное охлаждение редуктора (см. рис).



- A. **установка вентилятора на валу червяка**
 B. установка масляного радиатора;
 C. установка в масляную ванну змеевика, по которому пропускают проточную воду.
13. Какой вид ременных передач получил наибольшее распространение в современных машинах?
- A. Плоскоременные
 B. **Клиноременные**

С. С плоским ремнем и натяжным роликом

14. Основным недостатком ременных передач является...

А. Непостоянство передаточного отношения

В. Шум при работе

С. Высокая стоимость

Д. Низкий КПД

15. Сепаратор в подшипнике.....

А. Разделяет и направляет тела качения

В. Увеличивает нагрузочную способность

С. Уменьшает трение

Д. Направляет тела качения

16. Общий КПД многоступенчатого последовательного привода равен...

А. произведению КПД всех ступеней;

В. сумме КПД всех ступеней;

С. среднему значению КПД всех ступеней.

17. Назначение вала в машине

А. передача вращения

В. передача усилия

С. передача крутящего момента

Д. фиксация вращающейся детали

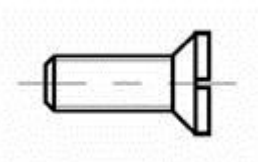
18. Что характеризует данное определение: «Деталь предназначена для поддержания установленных на ней шкивов, зубчатых колёс для передачи вращающего момента?»

А. Ось;

В. Вал;

С. Балка.

19. Как называется деталь, показанная на рисунке?



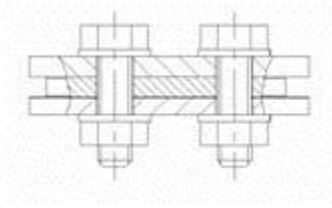
А. Болт;

В. Винт;

С. Шпилька;

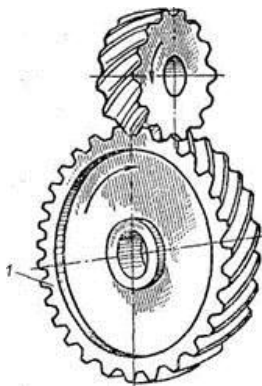
Д. Винт с потайной головкой

20. Как называется соединение, показанное на рисунке?



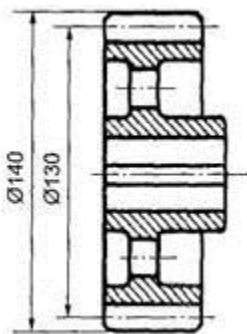
- А. Клеевое;
- В. Сварное;
- С. Разъемное;**
- Д. Неразъемное.

21. Как называется деталь 1, изображенная на рисунке?



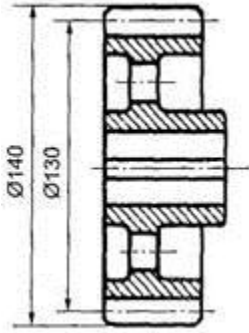
- А. Червяк
- В. Шестерня
- С. Колесо зубчатое**
- Д. Звездочка
- Е. Шкив

22. Как называется окружность диаметр которой $D = 140$ мм?



- А. Начальная окружность;
- В. Окружность вершин зубьев;**
- С. Делительная окружность;
- Д. Окружность впадин.

23. Как называется окружность диаметр которой $D = 130$ мм?



- A. Окружность ступицы колеса;
- B. Окружность впадин;
- C. Окружность вершин зубьев;
- D. Делительная окружность.**

24. Напишите формулу для определения модуля зубчатого зацепления

- A. π / p_t ;**
- B. p_t / π ;
- C. h_f / h_a .

25. Определите, передаточное число червячной передачи, если число зубьев колеса равно $Z_2 = 30$, число витков червяка $z_1 = 2$

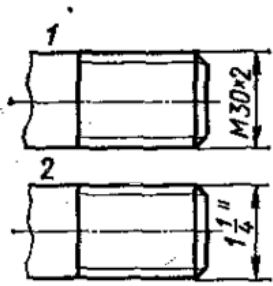
- A. 60;
- B. 15;**
- C. 1/15;
- D. Определить нельзя.

26. Почему подшипники скольжения состоят из двух или более частей?



- A. Для снижения трения;
- B. Для снижения термических напряжений;
- C. Для облегчения установки и снятия.**

27. На какой детали обозначение соответствует дюймовой резьбе?



A. 1;

B. 2.

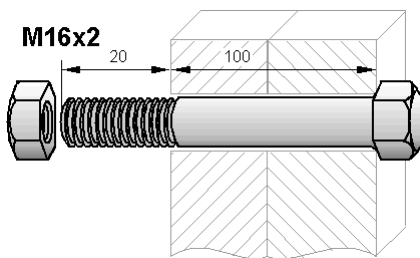
28. Какой внутренний диаметр (мм) имеет подшипник 302?

A. 0,2;

B. 10;

C. 15.

29. Резьба M16. Что обозначает цифра 16?



A. Наружный диаметр резьбы;

B. Средний диаметр резьбы;

C. Внутренний диаметр резьбы;

D. Шаг резьбы.

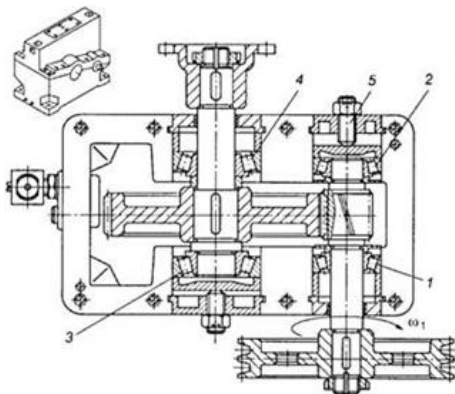
30. Как называется деталь поз.4?

A. Корпус;

B. Кольцо;

C. Радиальный роликоподшипник;

D. Штифт конический.



Критерии оценки тестовых заданий

Оценка	Критерий оценки
Основным критерием эффективности усвоения учащимися содержания учебного материала считается коэффициент усвоения учебного материала – K_y . Он определяется как отношение правильных ответов учащихся к общему количеству вопросов $K_y = N/K$, где N – количество правильных ответов учащихся, а K – общее число вопросов. Оценка знаний и умений обучающихся производится по пятибалльной системе.	
«5» (отлично)	правильное выполнение более 85% заданий
«4» (хорошо)	70-85% правильно выполненных заданий
«3» (удовлетворительно)	60-70% правильно выполненных заданий
«2» (неудовлетворительно)	правильно выполнено менее 60 % заданий

Перечень практических работ по МДК 01.02

Практическая работа №1. Изучение конструкции зубчатого цилиндрического редуктора.

Практическая работа №2. Разборка и сборка цилиндрического редуктора

Практическая работа №3 .Организация работ по испытанию промышленного оборудования после монтажа.

Практическая работа №4 Организация пусконаладочных работ промышленного оборудования после монтажа.

Практическая работа №5. Организация работ по испытанию компрессора после монтажа.

Критерии оценки выполнения практических работ

Оценка	Критерии оценки
«5» (отлично)	обучающийся свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий; выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в письменном отчете по работ правильно и аккуратно выполнены все записи; при ответах на контрольные вопросы правильно понимает их сущность, дает точное определение и истолкование основных понятий, использует специальную терминологию дисциплины.
«4» (хорошо)	выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета при выполнении практических заданий и обучающийся может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя; в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки; при ответах на контрольные вопросы не допускает серьезных ошибок

«3» (удовлетворительно)	практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе выполнения работы обучающийся продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки; обучающийся умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму; в письменном отчете по работе допущены ошибки; при ответах на контрольные вопросы правильно понимает их сущность, но в ответе имеются
«2» (неудовлетворительно)	практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у обучающегося имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена; в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует; на контрольные вопросы обучающийся не может дать ответов, так как не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы.

Критерии оценки реферата

Оценка	Критерий оценки
--------	-----------------

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

Новизна текста:

- а) актуальность темы исследования;
- б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных);
- в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал;
- г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса:

- а) соответствие плана теме реферата;
- б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме;
- г) обоснованность способов и методов работы с материалом;
- е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников:

оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению:

- а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;
- б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму реферата.

«5» (отлично)	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы
«4» (хорошо)	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы
«3» (удовлетворительно)	имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод
«2» (неудовлетворительно)	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы

Критерии оценки доклада, сообщения

Оценка	Критерий оценки
Оценка доклада, сообщения осуществляется по следующим критериям: 1 Соответствие содержания работы . теме. 2 Самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала, использование . рекомендованной и справочной литературы 3 Исследовательский характер. . 4 Логичность и последовательность изложения. . 5 Обоснованность и доказательность выводов. . 6 Грамотность изложения и качество оформления работы. . 7 Использование наглядного . материала.	
«5» (отлично)	учебный материал освоен студентом в полном объеме, легко ориентируется в материале, полно и аргументировано отвечает на дополнительные вопросы, излагает материал логически последовательно, делает самостоятельные выводы, умозаключения, демонстрирует кругозор, использует материал из дополнительных источников, интернет ресурсы. Сообщение носит исследовательский характер. Речь характеризуется эмоциональной выразительностью, четкой дикцией, стилистической и орфоэпической грамотностью. Использует наглядный материал (презентация).
«4» (хорошо)	По своим характеристикам сообщение студента соответствует характеристикам отличного ответа, но студент может испытывать некоторые затруднения в ответах на дополнительные вопросы, допускать некоторые погрешности в речи. Отсутствует исследовательский компонент в сообщении.
«3» (удовлетворительно)	студент испытывал трудности в подборе материала, его структурировании. Пользовался, в основном, учебной литературой, не использовал дополнительные источники информации. Не может ответить на дополнительные вопросы по теме сообщения. Материал излагает не последовательно, не устанавливает логические связи, затрудняется в формулировке выводов. Допускает стилистические и орфоэпические ошибки.
«2» (неудовлетворительно) по	сообщение студентом не подготовлено либо подготовлено одному источнику информации либо не соответствует теме.

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

3.2.1. Печатные издания

Основные источники (печатные издания):

1. Синельников А.Ф. Монтаж промышленного оборудования и пусконаладочные работы. Учебник для студ. спо. - М.: «Академия», 2018.

2. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.1 (1-е изд.) учебник.-М.: «Академия», 2017.

3. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: В 2 ч. Ч.2 (1-е изд.) учебник.-М.: «Академия», 2017.

Дополнительная литература

1. Схиртладзе А. Г., Феофанов А.Н. , и др. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: В 2 ч. М.: ИЦ «Академия» 2016.- 272, 256 с.

2. Воронкин Ю.Н., Поздняков Н.В. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. – М.: АКАДЕМИЯ. 2010. – 240 с.: ил.

3. Зайцев Контрольно – измерительные приборы и инструменты: учебник / С.А. Зайцев. – 3 е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 243 с.

4. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства: учебник: для студ. учреждений сред. проф. образования/ О.С. Моряков.- 2-е изд. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 256 с.

5. Новиков В.Ю. Технология машиностроения: учебник в 2 ч. Часть 1 :для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Новиков– М.: Издат. центр "Академия", 2012г. – 384 с.

6. Гулина, Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В. Гулина. / - М.: Академия, 2013. – 294 с.

7. Куклин, Н.Г. Детали машин [Текст] / Н.Г. Куклин. – М.: Машиностроение 2012. – 185 с.

8. Олофинская, В.П. Детали машин [Текст]: краткий курс и тестовые задания / В.П. Олофинская. – М., Форум-ИНФРА, 2012. - 208 с.

9. Эрдеди, А.А. Детали машин [Текст] / А.А. Эрдеди. – М.: Высшая школа, 2013. – 212 с.

Электронные источники

1. http://master.znay.net/raboty_po_metalu/slesarnye_raboty/instrumentarij_slesarya/slesarnye_instrumenty_obschego_naznacheniya
2. http://fictionbook.ru/author/litagent_yenas/slesarnoe_delo_prakticheskoe_posobie_dlya_slesarya/read_online.html
3. <http://www.bibliotekar.ru/slesar/>