

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

**«ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного  
оборудования»**

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

*специальность*

*Шебекино, 2022 г.*

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

УТВЕРЖДАЮ

Зам.директора (по УМР)

\_\_\_\_\_ В.Н. Долженкова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**Организация-разработчик** ОГАПОУ «Шебекинский техникум промышленности и транспорта»

***Разработчик (и):***

Преподаватель ОГАПОУ  
«Шебекинский техникум  
промышленности и транспорта»

\_\_\_\_\_

*подпись*

***Г.В.Долгодуш***

*И.О. Фамилия*

\_\_\_\_\_

*подпись*

***И.В.Яковлева***

*И.О. Фамилия*

Рассмотрена на заседании ЦК М  
Протокол № 1

от 31.08. 2022

Председатель ЦК \_\_\_\_\_ Г.В.Долгодуш

Шебекино, 2022

## **СОДЕРЖАНИЕ**

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

**2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

**3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

**4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
МОДУЛЯ**

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ  
«ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования»**

**1.1. Область применения рабочей программы**

Рабочая программа профессионального модуля 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 22.12.2016 г. № 44904

**1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля**

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид деятельности осуществлять техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования и соответствующие ему профессиональные компетенции:

**1.2.1. Перечень общих компетенций:**

<b>Код</b>	<b>Наименование общих компетенций</b>
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.

**1.2.2. Перечень профессиональных компетенций**

<b>Код</b>	<b>Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций</b>
<b>ВД 2</b>	<b>Осуществлять техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования</b>
ПК 2.1.	Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя
ПК 2.2.	Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов
ПК 2.3.	Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования
ПК 2.4.	Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.

<p align="center"><b>Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)</b></p>	<p align="center"><b>Код личностных результатов реализации программы воспитания</b></p>
Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию при монтаже, технической эксплуатации и ремонте оборудования	<b>ЛР 34</b>
Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя	<b>ЛР 35</b>
Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов	<b>ЛР 36</b>
Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования	<b>ЛР 37</b>
Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу	<b>ЛР 38</b>
Проводить монтаж промышленного оборудования в соответствии с технической документацией	<b>ЛР 39</b>
Проявлять доброжелательность к окружающим, деликатность, чувство такта и готовность оказать услугу каждому кто в ней нуждается.	<b>ЛР 43</b>

### 1.2.3. В результате освоения профессионального модуля студент должен:

Иметь практический опыт	<p><b>Практический опыт</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>проведения регламентных работ по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя;</li> <li>проверки технического состояния промышленного оборудования в соответствии с техническим регламентом;</li> <li>устранения технических неисправностей в соответствии с технической документацией диагностики технического состояния деталей, узлов и механизмов промышленного оборудования;</li> <li>дефектации узлов и элементов промышленного оборудования;</li> <li>выполнение ремонтных работ по восстановлению работоспособности промышленного оборудования;</li> <li>анализа исходных данных (технической документации на промышленное оборудование) для организации ремонта;</li> <li>разборки и сборки сборочных единиц сложных узлов и механизмов промышленного оборудования;</li> <li>проведения замены сборочных единиц;</li> <li>проверки правильности подключения оборудования, соответствия маркировки электропроводки технической документации изготовителя;</li> <li>проверки и регулировки всех механизмов, узлов и предохранительных устройств безопасности;</li> <li>наладки и регулировки сложных узлов и механизмов, оборудования;</li> <li>замера и регулировки зазоров, регламентируемых технической документацией изготовителя;</li> </ul>
уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места при проведении регламентных работ;</li> <li>выбирать слесарный инструмент и приспособления;</li> <li>выбирать смазочные материалы и выполнять смазку, пополнение и замену смазки;</li> <li>выполнять промывку деталей промышленного оборудования;</li> </ul>

	<p>выполнять подтяжку крепежа деталей и замену деталей промышленного оборудования; контролировать качество выполняемых работ; осуществлять профилактическое обслуживание промышленного оборудования с соблюдением требований охраны труда;</p> <p>определять техническое состояние деталей, узлов и механизмов, оборудования; производить визуальный осмотр узлов и деталей машины, проводить необходимые измерения и испытания ;</p> <p>определять целость отдельных деталей и сборочных единиц, состояние рабочих поверхностей для установления объема необходимого ремонта;</p> <p>выбирать ручной и механизированный инструмент, контрольно-измерительные приборы для проведения ремонтных работ; производить разборку и сборку сборочных единиц сложных узлов и механизмов промышленного оборудования; оформлять техническую документацию на ремонтные работы при техническом обслуживании; составлять дефектные ведомости на ремонт сложного оборудования; производить замену сложных узлов и механизмов;</p> <p>подбирать и проверять пригодность приспособления, средства индивидуальной защиты, инструмент, инвентаря; производить наладочные, крепежные, регулировочные работы; осуществлять замер и регулировку зазоров, регламентируемых технической документацией изготовителя</p> <p>контролировать качество выполняемых работ;</p>
знать	<p>требования к планировке и оснащению рабочего места по техническому обслуживанию; правила чтения чертежей деталей;</p> <p>методы диагностики технического состояния промышленного оборудования; назначение, устройство универсальных приспособлений и правила применения слесарного и контрольно-измерительных инструментов;</p> <p>основные технические данные и характеристики регулируемого механизма; технологическая последовательность выполнения операций при регулировке промышленного оборудования;</p> <p>способы регулировки в зависимости от технических данных и характеристик регулируемого механизма;</p> <p>методы и способы контроля качества выполненной работы;</p> <p>требования охраны труда при регулировке промышленного оборудования;</p> <p>требования к планировке и оснащению рабочего места;</p> <p>методы проведения и последовательность операций при диагностике технического состояния деталей, узлов и механизмов промышленного оборудования;</p> <p>правила и последовательность выполнения дефектации узлов и элементов промышленного оборудования;</p> <p>методы и способы контроля качества выполненной работы;</p> <p>требования охраны труда при диагностировании и дефектации промышленного оборудования;</p> <p>требования к планировке и оснащению рабочего места;</p> <p>правила чтения чертежей;</p> <p>назначение, устройство и правила применения ручного и механизированного инструмента, контрольно-измерительных приборов;</p> <p>правила и последовательность операций выполнения разборки и сборки сборочных единиц сложных узлов и механизмов и ремонтных работах;</p> <p>правила и порядок оформления технической документации на ремонтные работы;</p> <p>правила и последовательность операций выполнения замены сложных узлов и механизмов;</p> <p>методы и способы контроля качества выполненной работы;</p> <p>требования охраны труда при ремонтных работах;</p> <p>перечень и порядок проведения контрольных поверочных и регулировочных мероприятий;</p>

	методы и способы регулировки и проверки механического оборудования и устройств безопасности; технологическая последовательность операций при выполнении наладочных, крепежных, регулировочных работ; способы выполнения крепежных работ; методы и способы контрольно-проверочных и регулировочных мероприятий; методы и способы контроля качества выполненной работы; требования охраны труда при наладочных и регулировочных работах
--	--

### **1.3. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля**

Всего 554 часа

Из них на освоение МДК – 332 часов

на практики учебную 72 и производственную 180

*самостоятельная работа* \_\_\_\_\_ 18 \_\_\_\_\_

## 2. СТРУКТУРА и содержание профессионального модуля

### 2.1. Структура профессионального модуля» ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования»

Коды профессиональных общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Объем образовательной программы, час.	Объем профессионального модуля, час.							Промежуточная аттестация	
			Обучение по МДК, в час.			Практики					
			всего, часов	Лабораторных и практических занятий	в т.ч., курсовая проект (работа)*, часов	учебная практика, часов	Производственная практика, часов	Консультации	Самостоятельная работа <sup>1</sup>		
ПК 2.1.-2.2 ОК 1-07, 09,10	Раздел 1.. Техническое обслуживание промышленного оборудования	238	154	30			72		3	9	
<b>Выделены темы с профнаправленностью</b>		<b>60* занятий – 78%</b>									
ПК 2.3.-2.4 ОК 1-07, 09,10	Раздел 2. Управление ремонтом промышленного оборудования и контроль над ним	166	154	40					3	9	
	Производственная практика (по профилю специальности), часов (если предусмотрена итоговая (концентрированная) практика)	180					180				
	<b>Всего:</b>	<b>554</b>	<b>332</b>	<b>70</b>			<b>72</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	

<sup>1</sup>Примерная тематика самостоятельных работ в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией с соответствии с требованиями ФГОС СПО в пределах объема профессионального модуля в количестве часов, необходимом для выполнения заданий самостоятельной работы обучающихся, предусмотренных тематическим планом и содержанием учебной дисциплины.

2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля «ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования»

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала,	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций	Код личностных результатов реализации программы воспитания
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>		
<b>Раздел 1. Техническое обслуживание</b>		<b>166</b>		
МДК 02.01. Техническое обслуживание промышленного оборудования		<b>166</b>		
<b>Тема 1.1. Основы гидравлики и пневматики</b>	<b>Содержание</b>	84 <b>60*</b>	<b>ОК1-ОК9 ПК2.1-ПК2.4</b>	ЛР34-39, ЛР43
	1. Силы, действующие в жидкости. Давление.			
	2. Основные физические свойства жидкостей и газов			
	3. Основной закон гидростатики. Способы измерения давления.			
	4. Сила давления на стенку. Относительный покой жидкости			
	5. Расход. Уравнение расхода			
	6. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.			
	7. Основы гидродинамического подобия..			
	8. Режимы течения жидкости			
	9. Потери напора при ламинарном и турбулентном течении в трубах.			
	10. Местные гидравлические сопротивления			
	11. Истечение жидкости. Расчет простого трубопровода			
	12. Трубопровод с насосной подачей. Гидравлический удар			
	13. Общие сведения о гидросистемах. Гидромашины, их общая классификация и основные параметры			
14. Характеристика насоса и насосной установки.				

	15. Обозначение гидромашин на гидравлических схемах. Элементы управления объемными гидравлическими приводами.			
	16. Выбор принципиальной схемы гидропривода и подбор его элементов. Построение характеристики насосной установки			
	17. Определение мощности, потребляемой гидроприводом. Расчет простого трубопровода, содержащего гидродвигатель.			
	18. Основные сведения об объемных насосах. Поршневые насосы.			
	19. Общие свойства и классификация роторных насосов. Шестеренные насосы.			
	20. Пластинчатые насосы. Роторно-поршневые насосы.			
	21. Элементы управления объемными гидравлическими приводами. Гидродроссели. Гидроклапаны.			
	22. Гидрораспределители.			
	23. Классификация динамических насосов. Устройство и принцип действия центробежных насосов			
	24. Устройство и принцип действия лопастных насосов			
	25. Насосы трения. Вихревые насосы. Струйные насосы.			
	26. Динамические гидродвигатели. Гидродинамические передачи.			
	27. Гидромуфты. Гидротрансформаторы.			
	28. Термодинамическая система и ее состояние			
	29. Энергетические характеристики систем. Теплоемкость			
	30. Термодинамические процессы и циклы			
	31. Поршневые, газотурбинные и реактивные двигатели			
	32. Паросиловые установки			
	33. Законы движения газа. Расчеты течения газа в трубопроводах. Пневмосеть и кондиционеры рабочего газа.			

	34. Динамические и объемные компрессоры. Пневматические цилиндры. Пневмоаппараты.			
	В том числе, практических занятий и лабораторных работ	16		
	1. Практическое занятие № 1 «Определение основных физических свойств жидкостей и газов»	4		
	2. Практическое занятие № 2 «Расчет толщины обечаяек и днищ»	4		
	3. Практическое занятие № 3 «Потери напора в гидравлических сопротивлениях»	4		
	4. Практическое занятие № 4 «Выбор трубопроводов и насосов»	4		
Тема 1.2. Смазка оборудования	Содержание			
	1. Теория смазки. Толщина смазочной пленки. Смазочные материалы и присадки		ОК1-ОК9 ПК2.1-ПК2.4	ЛР34-39, ЛР43
	2. Смазочные устройства для жидкой и густой смазки. Типы масленок. Смазочно-охлаждающие жидкости. Станции централизованной смазки.	12 10*		
	3. Маслораспределители. Герметизирующие устройства. Карта смазки оборудования			
	В том числе, практических занятий и лабораторных работ	6		
	2. Практическое занятие № 5 «Расчет гидропривода»	4		
	3. Практическое занятие № 6 «Выбор смазочных устройств для жидких смазок»	2		
Тема 1.3. Виды и периодичность технического обслуживания оборудования	Содержание		ОК1-ОК9 ПК2.1-ПК2.4	ЛР34-39, ЛР43
	1. Виды технического обслуживания. Основные понятия и термины.			
	2. Техническое обслуживание при использовании и ожидании			
	3. Техническое обслуживание при хранении и транспортировании			
	4. Периодическое и сезонное техническое обслуживание	24		
	5. Техническое обслуживание в особых условиях	22*		
	6. Регламентированное техническое обслуживание			
	7. Техническое обслуживание с периодическим и непрерывным контролем			
8. Плановое и неплановое техническое обслуживание				

	9. Периодичность технического обслуживания. Структура проведения осмотров. Профилактические осмотры в планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта.			
	10. Цикл технического обслуживания.			
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>4</b>		
	<b>Практическое занятие № 7 «Составление карты смазки токарного станка CTX 310 eco с ЧПУ Siemens 840 D SL»</b>	2		
	<b>Практическое занятие № 8 «Составление плана-графика по техническому обслуживанию вертикально-фрезерного станка STALEX BF60»</b>	2		
<b>Тема 1.4. Технология технического обслуживания промышленного оборудования</b>	<b>Содержание</b>	<b>6</b>	<b>OK1-OK9 ПК2.1-ПК2.4</b>	<b>ЛР34-39, ЛР43</b>
	1.Содержание и технология технического обслуживания			
	2.Средства технического обслуживания.			
	3. Трудоемкость технического обслуживания.			
<b>Тема 1.5. Техническая диагностика промышленного оборудования</b>	<b>Содержание</b>	<b>28 28*</b>	<b>OK1-OK9 ПК2.1-ПК2.4</b>	<b>ЛР34-39, ЛР43</b>
	1. Диагностика промышленного оборудования.			
	2. Методы диагностики.			
	3. Перечень диагностических устройств.			
	4. Технология диагностирования типовых сборочных единиц оборудования			
	5. Понятие вибрации. Динамика механических систем			
	6. Линейные и нелинейные системы			
	7. Резонанс			
	8. Частотный анализ			
	9. Биения			
	10. Вибродиагностика			
	11. Основы тепловидения Методы теплового контроля			
	12. Тепловизоры			
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>4</b>		
<b>1. Практическое занятие № 9 «Разработка диагностики оборудования. Диагностика механического оборудования на основе виброанализа»</b>	4			

<p><b>Самостоятельная работа.</b></p> <p>Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем).</p> <p>- Подготовка к практическим работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических работ, отчетов и подготовка к их защите.</p> <p>- Подготовка сообщений по темам.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какими техническими документами регламентируется эксплуатация станков?</li> <li>2. Виды технического обслуживания станков.</li> <li>3. Как производится наблюдение за работой станков?</li> <li>4. В чем заключается восстановление работоспособности станков?</li> <li>5. Правила закрепления заготовок на токарных станках.</li> <li>6. Отказы и причины их появления при обработке цилиндрических поверхностей и торцов.</li> <li>7. Правила установки и смены фрез на фрезерных станках.</li> <li>8. Можно ли нарезать резьбу на токарно-револьверных станках? Если да, то какие режущие инструменты используются при нарезании резьбы на этих станках?</li> <li>9. Отказы и причины их появления при фрезеровании плоскостей.</li> <li>10. Требования к установке заготовок на сверлильных станках.</li> <li>11. Отказы при сверлении отверстий, способы их устранения.</li> <li>12. Особенности крепления шлифовальных кругов на шлифовальных станках.</li> <li>13. Виды отказов при круглом наружном шлифовании, способы их устранения.</li> <li>14. Порядок первоначальной и текущей наладки металлорежущего станка.</li> <li>15. Типовые методы наладки металлорежущих станков.</li> <li>16. Приемы наладки трехкулачкового патрона.</li> <li>17. Настройка режимов резания на консольно-фрезерном станке с ручным управлением.</li> <li>18. Наладка режущих инструментов на сверлильных станках.</li> <li>19. Где крепится заготовка на горизонтально-расточном станке?</li> <li>20. Последовательность наладки центрового кругло-шлифовального станка.</li> <li>21. Назовите кинематические цепи, которые необходимо настроить, чтобы обработать червячное колесо на зубофрезерном станке.</li> <li>22. Какие элементы настройки имеют лимбовые делительные головки?</li> <li>23. Какие устройства применяются для диагностирования отказов оборудования?</li> <li>24. Как взаимодействуют рабочий наладчик и рабочий оператор при наладке станка с ЧПУ?</li> </ol>	9		
<p><b>Консультации</b></p>	3		
<p><b>Учебная практика</b></p>	72		

Виды работ 1. Сборка, регулировка и эксплуатация косозубого цилиндрического редуктора 2. Знакомство с конструкцией, устройством и назначением деталей конического прямозубого редуктора 3. Разборка конического прямозубого редуктора 4. Определение основных размеров и параметров зубчатого зацепления. Эскиз рабочей детали 5. Выявление дефектов, снятие заусенцев. Составление дефектной ведомости, кинематической схемы редуктора 6. Сборка и регулирование конического прямозубого редуктора 7. Знакомство с конструкцией, устройством и назначением деталей конического косозубого редуктора 8. Разборка конического косозубого редуктора 9. Определение основных параметров и размеров зубчатого зацепления. Эскиз рабочей детали 10. Выявление дефектов, снятие заусенцев. Составление дефектной ведомости, кинематической схемы редуктора 11. Сборка конического косозубого редуктора 12. Ознакомление с конструкцией, устройством и назначением деталей червячного редуктора 13. Разборка червячного редуктора. Выявление дефектов 14. Определение основных размеров и параметров зубчатого зацепления. Эскиз рабочей детали 15. Сборка и регулировка червячного редуктора 16. Ознакомление с устройством, назначением, конструкцией коробки передач				
<b>Промежуточная аттестация</b>				
<b>Раздел 2. Ремонт</b>				
<b>МДК 02.02. Управление ремонтом промышленного оборудования и контроль над ним</b>			<b>154</b>	
<b>Тема 2.1. Ремонт и модернизация оборудования</b>	<b>Содержание</b>	<b>10</b>		
	Общие понятия о вредных процессах: физических, химических, электрохимических и причинах их возникновения. Последствия влияния вредных процессов.		<b>ОК1-ОК9 ПК2.1-ПК2.4</b>	<b>ЛР 36</b>
	Классификация вредных процессов по скорости их протекания: вибрация, колебания нагрузок			
	Виды механического изнашивания: абразивное (гидро- и газоабразивное), кавитационное, усталостное.			
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных</b>	<b>4</b>		
Практическая работа №1 Меры повышения износостойкости технологического оборудования:				

	конструктивные, эксплуатационные мероприятия (регулярная чистка и смазка поверхности трения, своевременное и качественное обслуживание и ремонт)»			
<b>Тема 2.2. Методы ремонта оборудования. Восстановление изношенных деталей</b>	<b>Содержание</b>		<b>OK1-OK9 ПК2.1-ПК2.4</b>	<b>ЛР 37</b>
	Виды ремонтов. Варианты решения необходимости ремонта	<b>18</b>		
	Основные технологические операции ремонта оборудования. Технологические карты и схемы разборки.			
	Дефекция и сортировка деталей на годные, негодные, подлежащие ремонту (восстановлению), их маркировка.			
	Меры повышения износостойкости технологического оборудования: конструктивные, эксплуатационные мероприятия.			
	Общие вопросы восстановления деталей. Технология восстановления деталей			
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных</b>	<b>8</b>		
	Практическая работа №2 Составление технологической карты разборки редуктора Практическая №3 Определение возможности ремонта детали»			
<b>Тема 2.3. Ремонт и модернизация технологического оборудования, типовых деталей, сборочных единиц.</b>	<b>Содержание</b>		<b>OK1-OK9 ПК2.1-ПК2.4</b>	<b>ЛР34,ЛР35, ЛР36,ЛР37</b>
	Ремонт типовых деталей. Назначение типовых деталей. Материал для их изготовления, его свойства.	<b>26</b>		
	Способы механической и термической обработки рабочих поверхностей деталей при ее изготовлении. Шероховатость и твердость рабочих поверхностей.			
	Ремонт типовых соединений. Классификация соединений типовых деталей машин. Назначение соединений, особенности его конструкции и эксплуатации. Вредные процессы, влияющие на эксплуатацию соединения.			
	Ремонт типовых передач. Назначение типовой передачи. Особенности ее конструкции и эксплуатации. Вредные процессы, влияющие на эксплуатацию передач.			
	Типичные неисправности передач, их признаки, причины, способы устранения и вероятные последствия (технические, технологические, экономические).			
	Ремонт валов и осей передач. Ремонт муфт (упругих, втулочных, пальцевых, центробежных, фрикционных).			
	Ремонт зубчатых и червячных, цепных и ременных передач.			
	Правила безопасности при выполнении слесарно – сборочных операций.			
	Хозяйственное значение модернизации оборудования. Виды модернизации: общетехническая и технологическая.			
	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>8</b>		

	Практическая работа №4 Определение дефектов и способов ремонта соединительных муфт.			
	Практическая работа №5 Определение дефектов и способов ремонта зубчатых передач.			
<b>Тема 2.4. Планирование и организация технического обслуживания и ремонта оборудования</b>	<b>Содержание</b>			
	Основные понятия и определения (ГОСТ18322-78 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения»), ремонт, техническое обслуживание, система технического обслуживания, периодичность ремонта	<b>22</b>	<b><i>ОК1-ОК9 ПК2.1-ПК2.4</i></b>	<b><i>ЛР34,ЛР35, ЛР36,ЛР37</i></b>
	Виды плановых ремонтов: регламентированный ремонт (по ресурсу) и ремонт по техническому состоянию.			
	Планирование ремонтных работ. Структура ремонтного цикла, межремонтный период, период между техническими обслуживаниями (ТО) оборудования. Действительный (расчетный) фонд времени работы оборудования			
	Планы – графики (годовой и месячный) ППР оборудования. Цель построения графика. Исходные и нормативные данные для его построения.			
	Форма годового графика ППР. Порядок его построения, определение точки отчета в текущем году, распределение ремонтов и ТО по месяцам планируемого года.			
	. Содержание работ по техническому обслуживанию. Виды технического обслуживания: ежедневное, ежемесячное, квартальное, полугодовое, годовое.			
	Определение периодичности ТО в зависимости от наработки оборудования. Распределение работ по ТО между исполнителями: операторами, слесарями – наладчиками, электриками и слесарями службы средств измерения и автоматизации			
	Основные этапы организации работ: получения задания, определение цели, обеспечение работ Анализ эффективности и подведение итогов работ, отчет о выполнении задания. Определение состава, объема, трудоемкости и стоимости работ.			
	Определение потребности в рабочей силе. Расчет численности рабочих для технического обслуживания (наладки) оборудования			

	Способы организации ремонта и ТО: централизованный, децентрализованный, смешанный. Выбор способа и его обоснование.			
	Организация смазочного хозяйства и смазки машин на предприятиях: контроль состояния смазочных устройств, определение расхода смазочных материалов, их получение, хранение, заправка, учет, отчетность о расходе			
<b>Тема 2.5 Ремонт металлорежущего оборудования.</b>	<b>Содержание</b>	<b>40</b>		
	Ремонт базовых и корпусных деталей. Восстановление и ремонт направляющих металлорежущих станков		<b>ОК1-ОК9 ПК2.1-ПК2.4</b>	<b>ЛР34,ЛР35, ЛР36,ЛР37</b>
	Восстановление изношенных поверхностей валов и шпинделей хромированием, осталиванием. Техпроцесс на восстановление деталей электролитическим способом.			
	Технология изготовления зубчатых колес и вал – шестерней. Определение величины пятна контакта и величины бокового зазора в зубчатом зацеплении. Степень точности зубчатых зацеплений			
	Ремонт червячной пары делительного механизма зубофрезерного станка. Восстановление червячного колеса заменой бандажа. Техпроцесс на изготовление бандажа червячного колеса и червяка. Сборка червячной передачи. Контроль качества сборки.			
	Применение сварки при ремонте металлорежущего оборудования. Сварка жидким металлом. Электрошлаковая сварка. Сварка чугунных корпусных деталей с применением вспомогательных элементов.			
	Сборка оборудования. Виды сборки. Последовательность сборки токарных станков. Универсальные приспособления для контроля взаимного расположения ходового вала, ходового винта и направляющих токарных станков.			
	Устройства смазочных систем металлорежущих станков			
	Обкатка оборудования после ремонта. Окраска, контроль качества окраски. Проверка оборудования на технологическую точность, на жесткость, вибрационную устойчивость, шум. Сдача оборудования в эксплуатацию.			
	Технология ремонта металлорежущих станков			
	Испытание станков после ремонта			

	<b>В том числе, практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>20</b>		
	Практическая работа № 6 Определение неисправностей и способы их устранения в токарно-винторезных станках			
	Практическая работа №7 Технология ремонта токарного станка			
	Практическая работа №8 Определение причин и характера износа деталей станков			
	Практическая работа №9 Сборка и технический контроль станка			
	Практическая работа №10 Ремонт фрезерного станка			
<b>Тема 2.6. Ремонт промышленного оборудования</b>	<b>Содержание</b>			
	Подготовка аппарата к ремонту	<b>26</b>	<b>ОК1-ОК9 ПК2.1-ПК2.4</b>	<b>ЛР34,ЛР35, ЛР36</b>
	Ремонт теплообменных аппаратов			
	Ремонт колонных аппаратов			
	Ремонт насосов			
	Ремонт аппаратов с перемешивающим устройством			
	Ремонт фильтров			
	Ремонт дробилок			
	Ремонт мельниц			
	Ремонт и техническая эксплуатация барабанных сушилок			
	Ремонт внутрицеховых транспортных устройств			
	Ремонт конвейеров, элеваторов			
	Испытание оборудования после ремонта			
Техника безопасности при ремонтных и сварочных работах				
<b>Тематика самостоятельной учебная работы</b> 1. Направления модернизации технологического оборудования. 2. Специализированные и комплексные бригады ремонтников, их преимущества и недостатки. 3. Обязанности производственного персонала по сохранности эксплуатируемого оборудования. 4. Методы и средства диагностирования технологического оборудования. 5. Организация ремонтных бригад.		<b>4</b>		

<p>6. Организация смазочного хозяйства на предприятии.</p> <p>7. Аварии оборудования, порядок их расследования.</p> <p>8. Ответственность за сохранность оборудования.</p> <p>9. Виды организации среднего и капитального ремонта.</p> <p>10. Централизованный, децентрализованный, смешанный вид ремонта. Их достоинства и недостатки.</p> <p>11. Эксплуатация и ремонт цепных и ременных передач. Установка ремней, контроль натяжения.</p> <p>12. Общие требования к фундаментам. Материалы.</p> <p>13.. Виброизоляция оборудования.</p> <p>15. Типовая технология капитального ремонта металлорежущего оборудования, ее содержание, назначение.</p> <p>16. Документация, необходимая для проведения капитального и среднего ремонта.</p> <p>17. Окрасочные работы при ремонте оборудования. Проверка качества окраски.</p> <p>18. Виды и содержание технического обслуживания и ремонта оборудования.</p> <p>19. Структура и продолжительность циклов межремонтного периода оборудования.</p> <p>20. Структура межремонтных циклов.</p> <p>21. Проверка оборудования на технологическую точность.</p> <p>22. Расчет простоя оборудования в ремонте.</p> <p>23. Категория ремонтной сложности технологического оборудования. Способы определения. ЭталонКРС.</p> <p>24. Узловой метод ремонта.</p> <p>25. Централизованный и децентрализованный способ ремонта оборудования. Достоинства и недостатки.</p> <p>26. Специализация ремонтных работ.</p> <p>27. Оплата труда ремонтного персонала.</p> <p>28. Мощность ремонтной службы.</p> <p>29. Назначение термической и химикотермической обработки деталей, способы обработки.</p> <p>30. Некоторые способы определения материалов деталей, дать описание одного из них.</p> <p>31. Конструкторская подготовка к ремонту оборудования. Ремонтные чертежи.</p> <p>32. Способы наращивания изношенных поверхностей деталей.</p> <p>33. Номенклатура деталей, восстанавливаемых сваркой жидким металлом. Способ восстановления.</p> <p>34. Технологический процесс восстановления деталей с применением компенсаторов. Область применения.</p> <p>35. Метод ремонтных размеров.</p> <p>36. Восстановление деталей механической обработкой.</p> <p>37. Лазерное упрочнение поверхностей деталей, работающих на истирание. Техника безопасности при работе с лазерной установкой.</p> <p>38. Применение акрилопластов при ремонте оборудования.</p> <p>39. Применение эпоксидных составов при ремонте оборудования.</p> <p>40. Технологические воды, способы их очистки, принцип пользования.</p> <p>41. Утилизация отходов машиностроения.</p> <p>42. Охрана воздушного бассейна. Способы очистки вентиляционного воздуха.</p> <p>43. Правила проведения особо опасных работ.</p> <p>44. Эксплуатация газовых компрессов, приборы контроля.</p>			
--	--	--	--

<p>45. Наряд – допуск, как вид текущего инструктажа.</p> <p>46. Восстановление изношенных поверхностей наплавкой под слоем флюса. Подготовка деталей.</p> <p>47. Восстановление изношенных поверхностей металлизацией. Устройство металлизатора, свойства нанесённого слоя, подготовка детали к восстановлению.</p> <p>48. Восстановление корпусных деталей зачеканкой.</p> <p>49. Расчет простоя оборудования в капитальном ремонте.</p> <p>50. Техника безопасности при работе с кислородными баллонами.</p> <p>51. Причины аварий газовых баллонов.</p> <p>52. Порядок коллгосвидетельствования кислородных и ацетиловых баллонов.</p> <p>53. Техника безопасности при производстве особо опасных работ.</p> <p>54. Правка деталей методом термического воздействия, область необходимого применения.</p> <p>55. Достоинства и недостатки жидких смазочных материалов.</p> <p>56. Достоинства и недостатки пластичных смазочных материалов.</p> <p>57. Требования к грузовым стропам. Порядок освидетельствования.</p> <p>58. Присадки к смазочным маслам, их назначение.</p> <p>59. Восстановление поверхностей деталей металлизацией. Характеристика нанесенного слоя. Область применения этого метода.</p> <p>60. Очистка деталей от загрязнений. Технологическое оборудование, моющие вещества.</p> <p>61. Способы дефектации деталей.</p> <p>62. Расскажите о дефектации деталей методом керосиновой пробы.</p> <p>63. Устройство и принцип действия металлизатора.</p> <p>64. Упрочнение поверхностей деталей методом пластичной деформации.</p>			
<b>Консультация</b>		<b>3</b>	
<b>Всего</b>		<b>154</b>	
<p><b>Производственная практика по профилю специальности итоговая</b></p> <p><b>Виды работ:</b></p> <p>1. Выбор эксплуатационно-смазочных материалов при обслуживании оборудования;</p> <p>2. Методы регулировки и наладок промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов;</p> <p>3. Участие в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования;</p> <p>4. Составление документации для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования.</p>		<b>180</b>	
<b>Всего</b>		<b>554</b>	

# 1. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## «ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования»

**3.1. Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные 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.

Оснащенные в соответствии с п.6.2.2. **мастерская» Монтаж, наладка, ремонт и эксплуатация промышленного оборудования с участком грузоподъемного оборудования», «Слесарная мастерская».**

### **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

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

#### **Основные источники:**

- 1.Схиртладзе А.Г.,Феофанов А.Н. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2-х ч.- Ч1 учебник для СПО – М.»Академия», 2019
2. Схиртладзе А.Г.,Феофанов А.Н. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2-х ч.- Ч2 учебник для СПО – М.»Академия», 2019
3. Синельников А.Ф. Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования: учебник: для спо. – М.: «Академия», 2019

#### **Дополнительные источники:**

- 1.Белкин И.М. Справочник по допускам и посадкам для рабочего машиностроителя.- М: Машиностроение, 1985.
- 2.Медовой И.А., Уманский Я.Г., Журавлев Н.М. Исполнительные размеры калибров.- М: машиностроение, 1980.
- 3.Законы Российской Федерации “О стандартизации” №5155-1 от 10 июня 1993г., “О сертификации продукции и услуг” №5152-1 от 10 июня 1993г., “Об обеспечении единства измерений” №4872 от 27 апреля 1993 года.
- 4.Фарамазов С. А. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация: учеб. пособие. – М.: Химия, 1984
- 5.Фарамазов С. А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Химия, 1988
- 6.Журнал “Стандарты т качество”.1. Зайцев С. А. Допуски и посадки: учеб. пособие. 4-е изд. Стер.-М-Академия , 2012

7. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник/ Под ред. А.С.Сигова, 3-е изд. – М.-Форум 2012
8. Федоров В.М., Степанов М.А. Монтаж технологического оборудования в строительстве. – М.: Издат. дом «Бастет», 2012
9. ГОСТ 1.25-76 Метрологическое обеспечение. Основные положения.
10. ГОСТ 2-111-6х ЕСКД Нормоконтроль.
11. ГОСТ 2.201-80 Обозначение изделий и конструкторских документов.
12. ГОСТ 2.307-68 Нанесение размеров и предельных отклонений.
13. ГОСТ 2.308-79 Допуски формы и расположения поверхностей.
14. ГОСТ 2.309-73 Обозначение шероховатости поверхности.
15. ГОСТ 3.1116- ЕСТД Нормоконтроль.
16. ГОСТ 8.417-81 Единицы физических величин.

**Электронные ресурсы:**

1. Профессиональные информационные системы CAD и CAM.
2. Классификаторы социально-экономической информации: [Электронный ресурс]. Форма доступа – <http://www.consultant.ru>.
3. <http://www.stankoinform.ru/> - Станки, современные технологии и инструмент для металлообработки
4. <http://lib-bkm.ru/index/0-82> - Библиотека машиностроителя
5. Электронный учебный курс «Гидравлические насосы» SIKE

**4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля**

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемые в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 2.1. Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя ПК 2.2. Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов	Выполнение работ по техническому обслуживанию в полном объеме в соответствии с регламентами и документацией завода изготовителя Проводить диагностику оборудования и дефектацию узлов и элементов.	Экспертное наблюдение за выполнением практических работ
ПК 2.3. Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования ПК 2.4. Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.	Осуществлять восстановление деталей по результатам проведенной диагностики с применением инструментов приспособлений и оборудования, в ходе выполнения ремонтных работ, наладки и регулировки оборудования в соответствии с производственным заданием и соблюдением техники безопасности.	Экспертное наблюдение за выполнением практических работ



<p style="text-align: center;"><b>ЛИСТ</b> <b>обновления содержания</b> <b>рабочих программ УП, УД, ПМ (МДК, ПП, УП)</b> <b>в соответствии с требованиями ФГОС п.7.1</b> <b>и методических материалов, обеспечивающих</b> <b>их реализацию</b> (с учетом актуальных документов системы образования, запросов работодателей, особенностей развития региона, в связи с развитием науки и техники и др.)</p>	<p>Рассмотрено и одобрено на заседании ЦК Пр. № 1 от 31.08. 2023 г.</p> <p>Председатель ЦК</p> <p style="text-align: right;">Г.В.Долгодуш ФИО</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;"><i>подпись</i></p>
---	--

В соответствии с требованиями ФГОС на **2022-2023 уч.г.** для гр. **М-9-11, 21** спец. **15.02.12** внесены следующие изменения:

**1. В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ (НАЗВАНИЕ) ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования МДК 02.01. Техническое обслуживание промышленного оборудования**

*В соответствии с рабочей программой воспитания для специальности (профессии) СПО, разработанной на основе требований ФЗ № 304-ФЗ от 31.07.2020 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»*

**2. В раздел 3.2. В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:**

Основные источники:

1. Схиртладзе А.Г., Феофанов А.Н. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2-х ч.- Ч1 учебник для СПО – М.»Академия», 2019
2. Схиртладзе А.Г., Феофанов А.Н. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2-х ч.- Ч2 учебник для СПО – М.»Академия», 2019
3. Синельников А.Ф. Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования: учебник: для спо. – М.: «Академия», 2019

Соответствующие изменения внесены в УМК УД(ПМ) на 2023 - 2024 уч.г. с целью его актуализации.

Преподаватель(и) \_\_\_\_\_ Г.В.Долгодуш  
*подпись* *ФИО*

Согласовано  
Методист

\_\_\_\_\_ Е.Б. Бейлик  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по УМР  
\_\_\_\_\_ В.Н.Долженкова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ

по МДК 02.01. Техническое обслуживание промышленного оборудования  
для студентов специальности  
15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного  
оборудования (по отраслям)

Разработал преподаватель

Г.В.Долгодуш

Рассмотрены на заседании ЦК М  
Протокол № 1

от 31.08.2023

Председатель ЦК \_\_\_\_\_ Г.В.Долгодуш

Шебекино 2023

## 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При подготовке к работе рекомендуется придерживаться следующего плана:

1. Перед началом лабораторного практикума студент должен детально ознакомиться с правилами работы и техникой безопасности.
2. Прочитать название работы, основные теоретические положения и порядок выполнения работы. Выяснить смысл всех непонятных слов.
3. Ознакомиться с требованиями.
4. Продумать, какой вывод следует сделать по результатам полученных экспериментальных данных.

Перед началом работы преподаватель в краткой беседе выясняет степень подготовленности студента к лабораторным занятиям и проверяет протокол.

В протоколе должны быть записаны: тема занятий, ход выполнения работы, схема лабораторной установки. В процессе работы в протокол заносятся результаты наблюдений.

После окончания работы студент показывает преподавателю полученные им опытным путем результаты и сделанные из них выводы.

## 2. КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

### 2.1. Предупреждение травм

1. При работе со стеклянными приборами и посудой не употреблять излишних усилий при закрывании приборов пробками, одевании резиновых трубок и т.п., во избежание поломок стекла и порезов рук осколками.

2. Нельзя загромождать рабочие столы портфелями, сумками или чемоданами. На рабочем месте допускаются лишь руководства к работам, тетради для записей и справочные материалы. Сумки, чемоданы и портфели не должны стоять на полу около столов: о них можно споткнуться, разбить приборы, упасть и получить травму при падении. Все упомянутые предметы должны быть положены на специально отведенные места.

При работах строго придерживаться методических указаний. Следует помнить, что поспешность или непродуманное отклонение от рекомендованного порядка работы могут привести к пожару или несчастному случаю.

## 2.2. Безопасность при работе на механизмах и аппаратах, станках и другом оборудовании с движущимися и вращающимися частями.

1. Перед пуском в действие механизма необходимо проверить его исправность, наличие исправных оградительных устройств, защитных и предохранительных приспособлений.
2. Прежде чем пустить машину, нужно обязательно проверить, нет ли у движущихся частей машины людей.
3. Категорически запрещается пускать в действие механизм без предварительного сигнала.
4. Категорически запрещается оставлять без надзора хотя бы на короткое время работающий механизм, аппарат или, если это невозможно, поручить надзор другому рабочему (по указанию старшего по смене, мастера бригадира) во избежание аварии и несчастных случаев.
5. Запрещается подходить к механизмам, пускать их в действие рабочим, которые не обслуживают их.
6. Нельзя отвлекать внимание рабочих на механизмах, аппаратах и мешать им работать.
7. Ремонт, чистка, смазка, осмотр механизма, аппарата, производится при полной его остановке с разобранной схемой электропитания.
8. Запрещается прикасаться к движущимся частям, облакачиваться на механизм, производить замер деталей на ходу.
9. Ограждения и защитные приспособления на механизме постоянно должны быть на месте и в исправности. Без ограждений пускать механизм запрещается.
10. Если во время ремонта механизма необходимо снять ограждения, то по окончании ремонта ограждения должны быть поставлены на место. Защитное приспособление или ограждение на механизме является его основной частью и обеспечивает безопасность работающих.
11. Уборку стружи со станков производить специальными щётками или крючками при полной остановке механизма.
12. Индивидуальные защитные средства должны быть при полной исправности, защитные очки станочников должны иметь боковины; марки респираторов и противогазов должны отвечать разновидности и концентрации пыли или газа.

## Перечень практических работ (30 часов)

1. Анализ нормативно-технической документации и особенностей технического обслуживания токарного станка (2ч)
2. Определение основных физических свойств жидкостей и газов (4ч)
3. Расчет толщины обечаек и днищ (4ч)
4. Потери напора в гидравлических сопротивлениях (4ч)
5. Выбор трубопроводов и насосов (4ч)
6. Расчет гидропривода (4ч)
7. Выбор смазочных устройств для жидких смазок (2ч)
8. Составление карты смазки токарного станка СТХ 310 есо с ЧПУ Siemens 840 D SL (2ч)
9. Составление плана-графика по техническому обслуживанию вертикально-фрезерного станка STALEX BF60 (2ч)
10. Разработка диагностики оборудования. Диагностика механического оборудования на основе виброанализа (2ч)

## Практическая работа №1

### Анализ нормативно-технической документации и особенностей технического обслуживания токарного станка

#### Цель:

- ✓ Ознакомиться с устройством токарно-винторезного станка, и его основными узлами
- ✓ Ознакомиться с нормативно-технической документацией и особенностями технического обслуживания токарного станка

#### Краткие сведения

Станок имеет следующие основные узлы (рисунок 1):

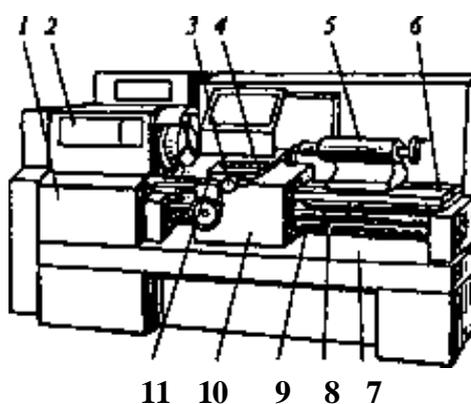


Рисунок 1 - Токарно-винторезный станок :1 — коробка подач; 2 — передняя (шпиндельная) бабка; 3 — поперечные салазки; 4 — резцовая каретка; 5 — задняя бабка; 6 — направляющие; 7 — станина; 8 — ходовой винт; 9 — ходовой вал; 10 — фартук; 11 — суппорт инструментальный

• **станина 7**, на которой монтируют все механизмы станка;

Станина (рисунок 2) изготавливается из высокопрочного модифицированного чугуна и имеет коробчатую форму с поперечными ребрами жесткости. По передним призматическим и задним плоским направляющим станины **перемещается каретка суппорта**, а по передним плоским и задним призматическим **перемещается задняя бабка**. Станина установлена на монолитном основании, одновременно служащем стружкосборником и резервуаром для охлаждающей жидкости.

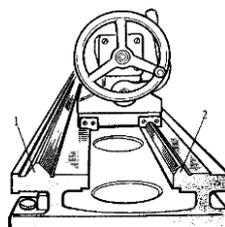


Рисунок 2 - Станина станка:

1 — передняя направляющая, 2 — задняя направляющая

• **передняя (шпиндельная) бабка 2**, представляющую собой литой чугунный корпус,

внутри которого размещаются шпиндель, валы и зубчатые колеса механизма переключения частот вращения шпинделя (**коробка скоростей**).

- **шпиндель** — главный рабочий орган станка — представляет собой массивный пустотелый вал, изготовленный из легированной стали. На переднем конце шпинделя выполнен посадочный конус, по которому базируются патроны для закрепления заготовок. Шпиндель установлен на двух опорах качения. Передняя опора представляет собой регулируемый двухрядный роликовый подшипник.

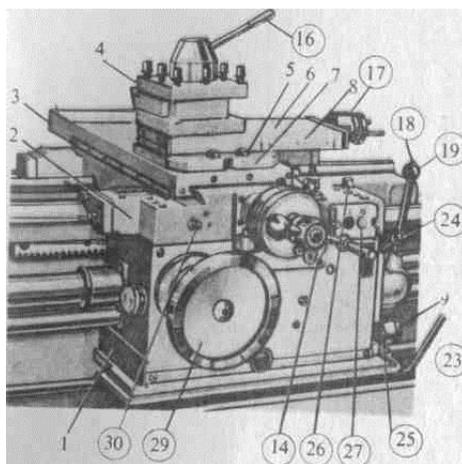
- **задняя опора** представляет собой радиально-упорный подшипник. Постоянный натяг в нем обеспечивают пружины 3, которые упираются в диск 1 и отжимают наружное кольцо 4 ролико-подшипника. Опорные подшипники шпинделя регулирует слесарь-ремонтник.

- **коробка подач 1**, передающую движение от шпинделя к суппорту 11 с необходимым передаточным числом с помощью ходового винта 8 при нарезании резьбы или ходового вала 9 при обработке других поверхностей;

- **задняя бабка 5** устанавливается на правом конце станины и перемещается по ее направляющим. Корпус может иметь поперечное смещение относительно плиты 2, что необходимо при обтачивании длинных конических поверхностей. Поперечное смещение производится винтом 3.

- В отверстии корпуса движется **пиноль 4**. Винт подачи пиноли вращается при помощи маховичка 7. Заднюю бабку закрепляют на станине рукояткой 6 (рукоятка 21). Для фиксации положения пиноли служит рукоятка 5. Задняя бабка станка Установлена на аэростатической опоре (воздушной подушке), что значительно снижает Давление при передвижении задней бабки. В устройство, создающее «воздушную подушку, входит воздушный трубопровод. В **пиноли задней бабки** может быть установлен центр для поддержки обрабатываемой заготовки или осевой инструмент (сверло, развертка и т.п.) для обработки центрального отверстия в заготовке, закрепленной в патроне;

**Суппорт 11** (рисунок 3) служит для закрепления режущего инструмента в резцовой каретке и сообщения ему движения подачи. Суппорт состоит из нижних салазок (каретки), перемещающихся по направляющим станка. По направляющим нижних салазок в направлении, перпендикулярном линии центров, перемещаются поперечные салазки 3, на которых расположена резцовая каретка 2 с резцедержателями 4. Резцовая каретка смонтирована на поворотной части, которую можно устанавливать под углом к линии центров станка. Ручную подачу каретки осуществляют маховичком 27, на вал которого насажен лимб продольной подачи. Одно деление лимба соответствует перемещению каретки на 1 мм, Для ускоренного перемещения каретки по направляющим станины или поперечных салазок по направляющим каретки нажимают на кнопку 18 рукоятки 19 и ставят рукоятку в положение, соответствующее желательному направлению подачи. Тогда ходовой вал получает вращение от электродвигателя ускоренного хода. У станка 16К20П в суппорт встроены механизм автоматической подачи верхних салазок. Коническое зубчатое колесо  $z = 20$  винта верхних салазок получает вращение от колеса  $z = 29$  фартука через колесо  $z = 18$ , коническую пару  $20:20$ , колеса  $z = 20, 23, 30, 28, 36$  и коническое колесо  $z = 20$ . При помощи этого устройства можно обрабатывать короткие конические поверхности (на длину не более хода верхних салазок) под любым углом уклона конуса с автоматической подачей верхних салазок.



**Рисунок 3 - Суппорт станка**

*1 — фартук, 2 — каретка, 3 — поперечные салазки, 4 — резцедержатель, 5 — гайки прижима плиты, 6 — верхние салазки, 7 — поворотная плита, 8 — линейка верхних салазок, 9 — регулировочная гайка предохранительного устройства*

• **Фартук 10** - спереди каретки к суппорту прикреплен фартук — коробка, внутри которой находится механизм для преобразования вращательного движения ходового вала 9 и ходового винта 8 в прямолинейное поступательное движение суппорта. В фартуке расположено также предохранительное устройство (муфта М<sub>п</sub>), служащее для предохранения станка от перегрузки и автомати веского отключения подачи при достижении кареткой неподвижного упора, закрепленного на передней направляющей станине, или при достижении поперечным суппортом неподвижного упора, закрепленного на каретке. При перегрузке в цепи движения подачи суппорт мгновенно останавливается, а с ним и вся кинематическая цепь фартука. Червячное колесо 2=21 также останавливается и притормаживает вращение четырехзаходного червяка, но так как ходовой вал XX и зубчатые колеса 30—32—30 продолжают вращаться, то червяк, скользя по скосам торцовых кулачков предохранительной муфты, отходит от муфты и передача вращения на реечную шестерню прекращается. Прижим червяка к муфте регулируют гайкой 9, расположенной с правой стороны фартука. После срабатывания предохранительного устройства подачу включают рукояткой 25. Предохранительное устройство позволяет вести работу по упорам с автоматической подачей при продольном и поперечном точении.

• **Резцедержатель станка 16К20** фиксируется и закрепляется на своей опоре при помощи конусного сопряжения. Фиксация в основных четырех положениях осуществляется подпружиненным шариком (фиксатором) 11, расположенным в резцедержателе и заскакивающим в гнезда основания. При повороте резцедержателя рукояткой 7 (рукоятка 16) вначале колпак 6 сходит по резьбе с центрального винта 5 опоры. Затем подпружиненные фрикционные колодки 10, связанные со штифтами 8, прижимаются к расточке колпака и таким образом передают вращение на резцедержатель. При зажиме вначале поворачивается колпак вместе с резцедержателем, а после фиксации резцедержателя колпак, преодолевая трение колодок, навинчивается на винт окончательно, надежно закрепляя резцедержатель. Конструктивное исполнение механизма фиксации четырехпозиционного резцедержателя обеспечивает высокую точность, надежность

фиксации и виброустойчивость.

• **Ходовой винт** станка имеет трапецеидальную резьбу с шагом 12 мм. Винт сопрягается с разъемной гайкой, которая состоит из двух половинок (полугаек) 1 и 2, расположенных в фартуке станка. Замыкание и размыкание полугаек осуществляется диском 3 со спиральными прорезями и пальцами 4, связанными с полугайками. При повороте рукоятки 24 прорези диска, воздействуя через пальцы 4 на полугайки, замыкают их на ходовом винте, что делает возможным нарезание резьбы.

**Техническими параметрами**, по которым классифицируют токарно-винторезные станки, являются

- наибольший диаметр  $D$  обрабатываемой заготовки или
- высота центров над станиной (равная  $0,5 D$ , наибольшая длина  $L$  обрабатываемой заготовки и масса станка).

Ряд наибольших диаметров обработки для токарно-винторезных станков имеет вид: 7) = 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, ..., 4000 мм.

Наибольшая длина  $L$  обрабатываемой детали определяется расстоянием между центрами станка. Выпускаемые станки при одном и том же значении  $D$  могут иметь различные значения  $L_0$

В зависимости от массы различают легкие токарные станки — до 500 кг ( $7) = 100...200$  мм), средние — до 4 т ( $D = 250...500$  мм).

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ответить на вопросы.
2. Кратко описать основные узлы станка, их конструкцию и назначение

#### **Вопросы:**

Для ознакомления с основными узлами токарно-винторезного станка 16 К20 и их назначением, необходимо ответить на следующие вопросы:

- 1 Станки токарной группы. Их назначение. Типы станков
- 2 Какие операции можно выполнять на станках токарной группы?
- 3 Как подразделяются токарные станки в зависимости от расположения шпинделя?
- 4 Наиболее часто используемые типы токарных станков
- 5 Устройство токарно – винторезного станка, основные узлы токарно – винторезного станка.
- 6 Назначение передней бабки, шпинделя, суппорта токарно – винторезного станка.
- 7 Назначение коробки подач токарно – винторезного станка.
- 8 Назначение резцедержателя, фартука, задней бабки.
- 9 В чем заключается сущность токарной обработки?
  - а) разновидности обработки резанием?
  - б) перечислить инструменты для токарной обработки

## Практическая работа 2

### Определение основных физических свойств жидкостей и газов

#### 1. Цель работы.

Определения плотности, вязкости, коэффициента теплопроводности и теплоемкости нефти при известных условиях работы нефтепровода.

#### 2. Задачи работы:

- изучение физического смысла плотности и вязкости нефти, теплоемкости и теплопроводности;
- выбор расчетных формул и разработка алгоритма расчета;
- определение вязкости и плотности нефти.

#### 3. Условие работы.

По нефтепроводу транспортируется нефть, плотность которой при  $20^{\circ}\text{C}$   $\rho_{20} = (750 + N^*) \text{ кг/м}^3$  и вязкость при  $50^{\circ}\text{C}$  и  $20^{\circ}\text{C}$ , соответственно,  $\nu_{50} = N$  сСт и  $\nu_{20} = 2N$  сСт ( $N$ - номер варианта студента). Средняя температура нефти в нефтепроводе  $t = 0.5N$  градусов Цельсия. Определить плотность, кинематическую и динамическую вязкости при средней температуре нефти в нефтепроводе. Плотность нефти определить по двум формулам и оценить сходимость результатов  $\Delta\rho$ .

#### 3. Вопросы для самоконтроля.

1. Охарактеризуйте строение жидкости, ее сходство и различие с твердым телом.
2. Перечислите свойства жидкости, важные для практики.
3. Какую жидкость называют идеальной? В каких случаях в практических расчетах жидкость можно считать идеальной?
4. Чем объясняется малая сжимаемость жидкостей? Почему они не сохраняют свою форму?
5. В каких случаях необходимо учитывать свойство температурного расширения жидкостей?
6. Что называется вязкостью? Какими параметрами характеризуется вязкость

## Практическая работа №3

### Расчет толщины обечаяек и днищ

**Цель работы:** определить толщину стенки корпуса и рубашки; толщину стенки днищ корпуса и рубашки; проверить необходимость укрепления отверстий под штуцера и произвести расчет укрепления.

#### Исходные данные

$D$  - внутренний диаметр аппарата, м;  
 $D_1$  - внутренний диаметр рубашки, м;  
 $P_1$  - давление в рубашке, МПа;  
 $P_2$  - давление в корпусе, МПа;  
 $L$  - расчётная длина обечайки, м;  
 $d_{y1}, d_{y2}, d_{y3}$  - диаметры вентилей, мм  
материал

#### Выполнение работы

Исходные данные для расчёта обечаяек, работающих под внутренним и наружным давлением,

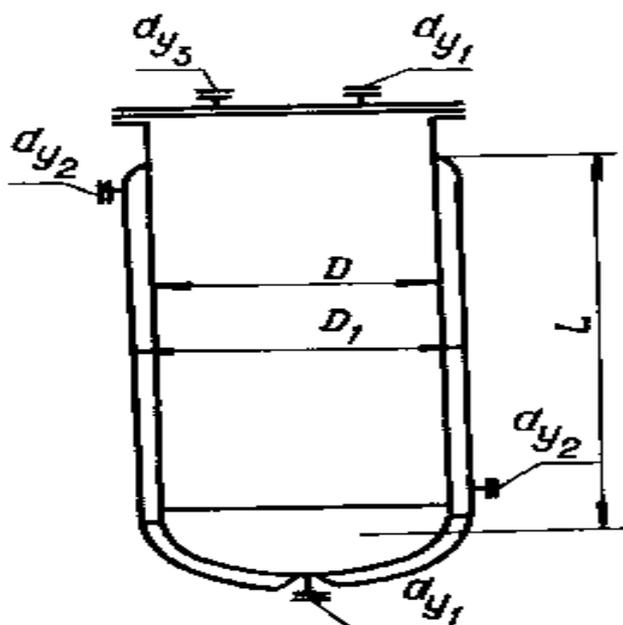


Схема аппарата с плоской крышкой

**Расчет толщины обечайки, работающей под внутренним давлением.**

Толщина обечайки рассчитывается по формуле:

$$s = \frac{P \cdot D}{2\varphi\sigma_{доп} - P}, \text{ м}$$

где  $P$  – расчетное давление, МПа;

$\varphi$  – коэффициент прочности сварочного шва;

$\sigma_{доп}$  – допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа;

Принятая толщина стенки обечайки:

$$S = S_p + C + C_1 + C_2$$

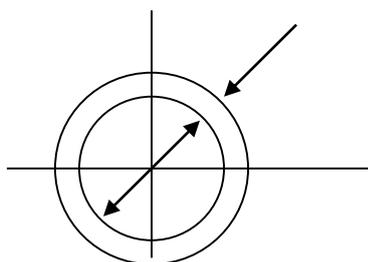
Где  $C$  – прибавка на коррозию, м

$C_1$  – прибавка на минусовый допуск, м

$C_2$  – округление до стандартного размера, м

### Расчет толщины обечайки, работающей под наружным давлением.

Для определения толщины обечайки выявляют условие применимости формулы:



$$\frac{1}{D} > 7.68 \sqrt{\frac{10^{-6} * E}{P}}$$

Где  $L$  – расчетная длина обечайки, м

$D$  – внутренний диаметр аппарата, м

$E$  – Модуль продольной упругости при расчетной температуре, МПа

$P$  – расчетное давление, МПа

Определение толщины стенки обечайки

$$s = 1.06 \frac{D}{100} \sqrt[3]{\frac{P}{10^{-6} E}} + C + C_1$$

Где  $C$  – прибавка на коррозию, м

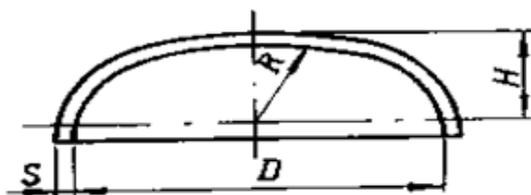
$C_1$  – округление до стандартного размера, м

Если условие не выполняется, то толщина обечайки определяют по формуле:

$$S = 0.47 \frac{D}{100} \left( \frac{P}{10^{-6} E} - \frac{1}{D} \right)^{0.4} + C + C_1 + C_2, \text{ м}$$

### Расчет эллиптического днища с внутренним давлением.

Рассчитывают толщину эллиптического днища.



$$s = \frac{P \cdot R}{2\varphi\sigma_{доп} - 0.5P}, \text{ м}$$

Где  $P$  – расчетное давление, МПа;

$\varphi$  – коэффициент прочности сварочного шва;

$\sigma_{доп}$  – допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа;

$R$  – радиус кривизны в центре днища, м

$$R = \frac{D^2}{4H}$$

Где  $D$  – внутренний диаметр днища, м

$H$  – внутренняя высота днища, м

Принятая толщина днища

$$S = S_p + C + C_1 + C_2$$

Где  $S_p$  – расчетная толщина днища;

$C$  – прибавка на коррозию, м

$C_1$  – технологическая прибавка на уточнение днища с учетом минусового допуска на лист, м;

$C_2$  – округление до стандартного размера.

### Расчет эллиптического днища, работающего под наружным давлением.

Толщина эллиптического днища рассчитывается по формуле:

$$S_p = \frac{KeR}{300} \sqrt{\frac{P}{10^{-6}x}}, \text{ м}$$

$$S_p = \frac{PR}{2\sigma_{дон}} \cdot \beta_1, \text{ м}$$

Где  $K_{\mathcal{E}}$  - Коэффициент

$R$  – радиус в центре днища, м

$E$  – модуль продольной упругости при расчетной температуре, МПа

$P$  – расчетное давление, МПа

$\beta_1$  – коэффициент

$$\beta_1 = 0,5 + \sqrt{0,25 + K_{\mathcal{E}}^2 \frac{\sigma_m}{E} \cdot \frac{\sigma_{дон}}{P}}$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести, МПа

Принятая толщина днища

$$S = S_p + C + C_1 + C_2$$

### Вопросы для самоконтроля.

1. Чем отличается рабочее давление от расчетного?.
2. В зависимости от чего выбирают допускаемые напряжения?
3. Что называют напряжением? Какие напряжения возникают в цилиндрической обечайке?
4. Что понимают под условным давлением?
5. Дайте определение гидростатического давления.
6. Какова размерность давления?
7. В каких единицах измеряется давление? Перевод единиц измерения давления.
8. Сформулируйте основную теорему гидростатики.

## Практическая работа 4

### Определение потери напора в гидравлических сопротивлениях

**Цель работы:** научиться определять потери напора в гидравлических сопротивлениях.

**Задачи:** ознакомиться с методикой выполнения расчета потери напора в гидравлических сопротивлениях.

### Методические рекомендации к проведению расчетов

**Скорость струи** при истечении через отверстие в тонкой стенке определяется по формуле

$$V = \varphi \sqrt{2 \cdot g \cdot H},$$

где  $H = H_0 + \frac{p_0 - p_1}{\rho \cdot g}$  – расчетный напор;

$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}}$  – коэффициент местного сопротивления.

**Расход жидкости** определяется как произведение действительной скорости истечения на фактическую площадь сечения струи. Вследствие сжатия струи, площадь ее сечения меньше площади отверстия. Степень этого сжатия учитывается с помощью **коэффициента сжатия**:

$$\varepsilon = \frac{S_c}{S_o} = \left( \frac{d_c}{d_o} \right)^2$$

где  $S_c$  и  $S_o$  – площади поперечного сечения струи и отверстия соответственно;  $d_c$  и  $d_o$  – диаметры струи и отверстия соответственно.

$$Q = S_c \cdot V = \varepsilon \cdot S_o \cdot \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = \mu \cdot S_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Часто вместо расчетного напора  $H$  используют перепад давления

$\Delta p = H \cdot \rho \cdot g$ , тогда

$$Q = \mu \cdot S_o \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}$$

Траекторией оси струи называют ось струи жидкости, свободно падающей после истечения через отверстие. Координаты оси струи  $x$  и  $y$  связаны между собой соотношениями

$$x = 2\varphi \sqrt{Hy}, \quad y = \frac{x^2}{4\varphi^2 H}$$

Значения коэффициента сжатия  $\varepsilon$ , сопротивления  $\zeta$ , скорости  $\varphi$  и расхода  $\mu$  при истечении жидкости через отверстие в тонкой стенке определяются числом Рейнольдса. Для маловязких жидкостей (вода, бензин, керосин), истечение которых происходит при достаточно больших числах Рейнольдса ( $Re > 10^5$ ), коэффициенты истечения практически не меняются ( $\varepsilon = 0,64$ ,  $\zeta = 0,065$ ,  $\varphi = 0,97$ ,  $\alpha = 1$  и  $\mu = 0,62$ ).

При истечении жидкости под уровень скорость и расход определяются по таким же формулам, но коэффициенты истечения несколько меньше, чем при свободном.

**Внешний цилиндрический насадок** представляет короткую трубку, приставленную к отверстию снаружи, либо отверстие с диаметром в 2 и более раз меньше толщины стенки. Истечение через такой насадок в газовую среду может происходить в двух режимах: *безотрывном* и *отрывном*.

При **безотрывном режиме** струя после входа в насадок сжимается примерно так же, как и при истечении через отверстие в тонкой стенке, затем постепенно расширяется до размеров отверстия из насадка выходит полным сечением.

Коэффициент расхода  $\mu$  зависит от относительной длины насадка  $l/d$  и числа Рейнольдса. Так как на выходе из насадка диаметр струи равен диаметру отверстия, то коэффициент сжатия  $\varepsilon = 1$ , следовательно,  $\mu = \varphi = 0,82$ , а коэффициент сопротивления  $\zeta = 0,5$ .

**Отрывной режим** характеризуется тем, что струя после сжатия уже не расширяется, а сохраняет цилиндрическую форму и перемещается внутри насадка, не соприкасаясь с его стенками. Истечение становится точно таким же, как и из отверстия в тонкой стенке, с теми же значениями коэффициентов.

Внешний цилиндрический насадок имеет существенные недостатки: на первом режиме - большое сопротивление и недостаточно высокий коэффициент расхода, на втором - очень низкий коэффициент расхода. Он может быть значительно улучшен путем закругления входной кромки или устройства конического входа.

**Внутренний цилиндрический насадок** представляет короткую трубку, приставленную к отверстию изнутри. В этом случае возможны те же режимы истечения с другими значениями коэффициентов:  $\zeta = 1$ ,  $\mu = 0,71$  и  $\mu \approx \varepsilon = 0,5$  при первом и втором режимах, соответственно.

При истечении жидкости при переменном напоре часто требуется определить время наполнения или опорожнения резервуара.

В случае отсутствия притока жидкости для резервуаров с постоянной площадью свободной поверхности  $\Omega$  время частичного опорожнения через отверстие

$$t = \frac{2\Omega}{\mu S_0 \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}),$$

где  $H_1, H_2$  - уровни жидкости в начальный и конечный моменты времени;  $\Omega$  - площадь горизонтального сечения резервуара (площадь поверхности жидкости в резервуаре);  $S_0$  - площадь сечения отверстия.

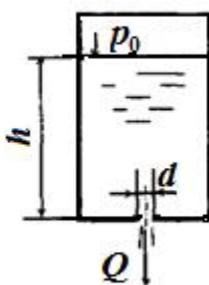
Время полного опорожнения определяется по формуле

$$t = \frac{2\Omega \sqrt{H_1}}{\mu S_0 \sqrt{2g}} = \frac{2V}{Q_n}$$

где  $V$  - объем жидкости в резервуаре в начальный момент времени;  $Q_n$  - расход жидкости в начальный момент времени.

### Вариант

**Задача 1.** Вода вытекает из закрытого резервуара в атмосферу через отверстие диаметром  $d = 20 + 0.1 \cdot N_2$  мм и коэффициентом расхода  $\mu = 0,62 + 0.03 \cdot N_2$ . Глубина погружения центра отверстия  $h = 0,45 + 0.02 \cdot N_2$  м, избыточное давление на поверхности жидкости  $p_{0и} = 8,3 + 0.1 \cdot N_2$  кПа. Определить расход жидкости. Как изменится избыточное давление для пропуска того же расхода, если к отверстию присоединить внешний насадок длиной  $l = 0,1$  м.



**Решение:**

Расход при истечении жидкости через отверстие определяется по формуле

$$Q = \mu \cdot S_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

где  $H = h + \frac{\Delta p}{\rho \cdot g}$  - расчетный напор,  $\Delta p$  - перепад давления на отверстии ( $\Delta p = p_{0и}$ , т.к. за отверстием давление равно

атмосферному);  $S_0 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$  - площадь отверстия.

Вычислим расход воды через отверстие

$$Q =$$

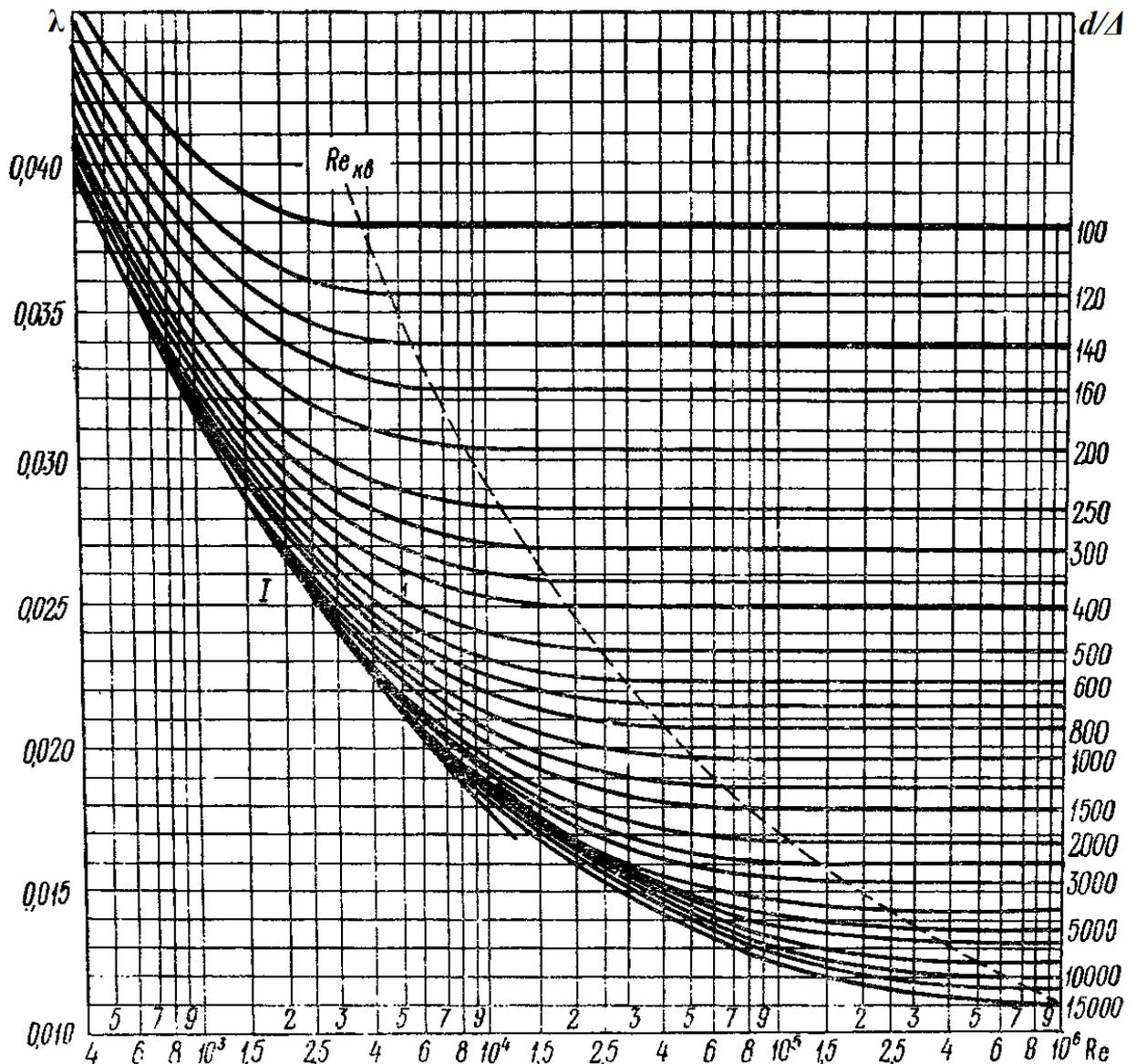
Если к отверстию в дне резервуара присоединить цилиндрический насадок длиной  $l$  того же диаметра, то формула примет следующий вид

$$Q = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left( h + l + \frac{p_{0и}}{\rho \cdot g} \right)}$$

тогда избыточное давление

$$p_{0и} = \left( \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot \mu^2 \cdot d^4} - h - l \right) \rho g \text{ кПа}$$

**График определения коэффициента гидравлического трения  $\lambda = f(\text{Re}, d/\Delta)$  для новых стальных труб (по результатам исследования ВТИ)**



**Задача 2.** В пароохладитель через трубку со сверлениями поступает охлаждающая вода температурой  $20^\circ\text{C}$  расходом  $Q = 0,00278 + 0,001 \cdot N_2$   $\text{м}^3/\text{с}$ . Давление воды в трубке  $p_1 = 10^6$  Па, давление в корпусе пароохладителя  $p_2 = 0,7 \times 10^6$  Па. Определить, сколько отверстий диаметром

$d = 0,003 + 0,001 \cdot N_2$  м нужно просверлить в трубке для обеспечения заданного расхода воды.

**Решение:**

Плотность воды при температуре 20°C  $\rho =$  \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>, кинематический коэффициент вязкости  $\nu = 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

Определим число Рейнольдса, характеризующее истечение из отверстий:

$$Re = \frac{\sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \cdot d}{\nu} =$$

По графику определяем коэффициент расхода отверстия  $\mu =$  \_\_\_\_\_.

Расход воды протекающей через одно отверстие,

$$q = \mu \cdot S_o \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p} =$$

Таким образом, необходимое число отверстий

$$n = \frac{Q}{q} =$$

**Задача 3.** Определить время опорожнения цистерны с мазутом при следующих данных: объем мазута в цистерне  $W = 50 + N_2$  м<sup>3</sup>; диаметр цистерны  $D = 2,8 + 0,1 \cdot N_2$  м; диаметр сливного патрубка  $d = 100 + N_2$  мм; кинематическая вязкость мазута  $\nu = 0,69 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с.

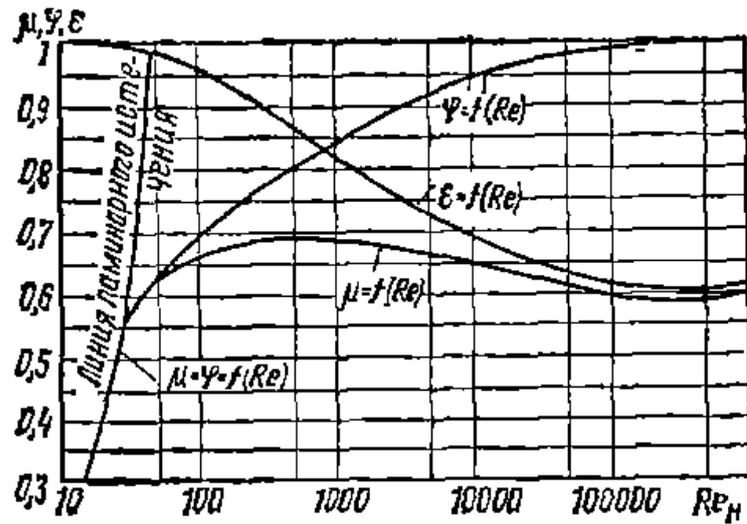
**Решение:** Для определения времени опорожнения при известном объеме наполнения резервуара воспользуемся формулой

$$t = \frac{W}{\mu S_o \sqrt{2g \cdot 0,694r}}$$

где  $S_o = \frac{\pi d^2}{4}$  – площадь сливного патрубка;  $r$  – радиус цистерны.

Коэффициент расхода определим по графику в зависимости от числа Рейнольдса. Число Рейнольдса определим по теоретической скорости

**Зависимость коэффициентов истечения из малых отверстий в тонкой стенке от числа Рейнольдса**



$$Re = \frac{\sqrt{2gHd}}{\nu}$$

в начале истечения при  $H = 2,8$  м:

$Re =$

в конце истечения при  $H = 0,01$  м:

$Re =$

По графику определяем, что соответствующие коэффициенты расхода будут:  $\mu_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  (в начале истечения),  $\mu_2 = \underline{\hspace{2cm}}$  (в конце истечения).

Принимая для расчета среднее значение  $\mu_{cp} = \underline{\hspace{2cm}}$  и подставляя его в формулу, получим:

$t =$

### Контрольные вопросы

1. Насадки различных типов и их практическое применение.
2. Использование законов истечения жидкости из отверстий и насадков в технике.
3. Динамическое воздействие струи на твердые преграды.

# Практическая работа 5

## Выбор трубопроводов и насосов

### Цель работы:

1. Изучить требования к проектированию, эксплуатации и ревизии трубопроводов.
2. Выбрать материал труб и фасонные элементы трубопроводов.
3. Техническое обслуживание трубопровода.  
Определить опытным путем потери напора на местные сопротивления трубопровода.

**Оборудование:** Лабораторная установка по определению гидравлического соединения трубопровода - расходная емкость, уровнемер, пьезометрические трубки, вентиль, конический переход, пробковый кран, муфтовое соединение, приемная емкость; колено, двойники, тройники.

### 1. Краткие сведения

2. **Трубопроводы** предназначены для транспортирования газовых, жидких и смешанных сред (сырья, готовых продуктов, полуфабрикатов, теплоносителей). Проектирование и эксплуатация трубопроводов зависят от вида продукта, который подлежит транспортированию.  
Согласно ГОСТ 14202 устанавливаются следующие десять укрупненных групп веществ, транспортируемых по трубопроводам

Цифровое обозначение группы	Транспортируемое вещество	Опознавательная окраска трубопроводов
1	вода	зеленый
2	пар	красный
3	воздух	синий
4	газы горючие (включая сжиженные газы)	желтый
5	газы негорючие (включая сжиженные газы)	желтый
6	кислоты	оранжевый
7	щелочи	фиолетовый
8	жидкости горючие	коричневый
9	жидкости негорючие	коричневый
0	прочие вещества	серый

Для обозначения наиболее опасных по свойствам транспортируемых веществ на трубопроводы следует наносить предупреждающие цветные кольца.

Основными **параметрами** для расчета трубопровода является температура перекачиваемого продукта, рабочее давление в трубопроводе, температура окружающей трубопровод среды, коррозионная активность среды.

Согласно основного документа «Руководящие указания по эксплуатации ревизии и ремонту технологических трубопроводов » трубопроводы в зависимости от уровня опасности транспортируемой среды подразделяются на 5 групп: А,Б,В,Г,Д, а в зависимости от температуры и давления транспортируемой среды – на 5 категорий: I, II, III, IV, V. Каждый технологический трубопровод имеет паспорт , в котором указываются его основные эксплуатационные характеристики. В паспорт заносятся сведения о проводимых осмотрах и испытаниях трубопровода, которые проводятся регулярно в соответствии с нормами на трубопровод той или иной категории.

3. Основной частью трубопровода является труба. Трубы изготавливают из углеродистой и легированной стали, чугуна, цветных металлов, керамики, стекла, фарфора, пластмасс и др. материалов, выбор которых зависит от параметров транспортируемой среды (Р,Т, коррозионная активность) и температуры окружающей среды.

**Соединения труб** бывают неразъемные (сварные и раструбные) и разъемные (фланцевые и муфтовые).

Сварные соединения дают высокопрочные, плотные и жесткие стыки. Сваркой соединяют стальные, стеклянные и пластмассовые трубы.

Раструбными выполняют соединения чугунных (водопроводных и канализационных), керамических безнапорных, железобетонных напорных и безнапорных, а также пластмассовых труб.

На фланцах (надвижных или приварных) болтами соединяют различные трубы. Между фланцами устанавливают прокладки из листовых материалов — резины, паронита и др.

На муфтах (стальных, чугунных, алюминиевых, железобетонных, асбестоцементных и пластмассовых) соединяют металлические и неметаллические трубы. Железобетонные (бетонные) трубы соединяют и на цементном растворе или на мастичных жгутах из битумных и полимерных материалов.

Кроме труб и их соединений к элементам трубопроводов относят различные **фасонные** части (отводы, двойники, тройники, крестовины, конические переходы), компенсаторы, арматуру и контрольно-измерительные приборы.



#### Практическая часть

4. Техническое обслуживание трубопровода. Определение потери напора на местные сопротивления трубопровода.

Произвести проверку трубопровода. Сделать записи.

- Визуальный осмотр наружной поверхности трубопровода на наличие деформаций и внешних дефектов
- Осмотр опор, подвесок, несущих конструкций, компенсаторов, теплоизоляции, антикоррозионного покрытия
- Проверка трубопроводной арматуры

Температура и давление перекачиваемого продукта и трубопроводная среда относятся к эксплуатационным характеристикам трубопроводов. При проектировании нужно учитывать коррозионную активность перекачиваемых продуктов.

Трубопроводы согласно руководству по эксплуатации делятся на 5 групп (А,Б,В,Г,Д), в зависимости от характера транспортируемой среды и на 5 категорий в зависимости от рабочих параметров среды.

Применяемые фланцы, трубы, фасонные изделия отвечают ГОСТу, нормам и ТУ.

## Вариант

### Исходные данные

Среда –  
 Температура     $^{\circ}\text{C}$   
 Давление        Па  
 Расход            $\text{м}^3/\text{час}$

### Выполнение работы

1. Определяем группу и категорию трубопровода в зависимости от параметров перекачиваемой среды.

Трубопровод для транспортировки \_\_\_\_\_ при  $t = \dots^{\circ}\text{C}$ ,  $P = \dots\text{Па}$  относится к группе \_\_\_\_, категория \_\_\_\_.

2. Выбор материала труб в зависимости от параметров перекачиваемой среды.

Выбираем \_\_\_\_\_ трубы .

Необходимо применять \_\_\_\_\_

3. Рассчитываем внутренний диаметр трубопровода:

$$D_{в} = \sqrt{\frac{4V_c}{\pi\omega}}, \text{ м}$$

где  $V_c$  - объемный расход жидкости  $\text{м}^3/\text{с}$   
 $\omega$  – средняя скорость жидкости,  $\text{м}/\text{с}$

Переводим  $\text{V м}^3/\text{час}$  в  $\text{м}^3/\text{сек}$ .

4. Выбор типа и материала фланцев.

Т.к. рекомендуемая  $t = \dots^{\circ}\text{C}$ ,  $P = \dots\text{Па}$  и марка стали \_\_\_\_\_, то фланец применяем типа \_\_\_\_\_.

5. Определяем присоединительные размеры фланцев.

$P_y = \dots$  Мпа, тогда

$D_y = \dots$ ;  $D = \dots$ ;  $B = \dots$ ;  $D_1 = \dots$ ;  $d = \dots$ ;  $n = \dots$ ;  $h = \dots$ ;  $B$  МСм...см

Начертим фланец:

6. Выбираем запорную арматуру.

Для транспортировки \_\_\_\_\_ необходимо применять \_\_\_\_\_.

7. Выбираем прокладку для фланца.

Для транспортировки \_\_\_\_\_ для фланцев необходимо прокладка из \_\_\_\_\_.

8. Вывод:

## Практическая работа 6

### Расчет гидропривода

Давление в гидросистеме зависит от типа насоса и назначения данного гидропривода. Давление насоса должно быть тем больше, чем больше нагрузка или мощность приводимого в движение механизма. Малые давления приводят к возрастанию габаритов и веса, но способствуют плавной и устойчивой работе гидропривода; большие давления снижают вес, но усложняют конструкцию и эксплуатацию гидросистем, уменьшают долговечность гидрооборудования.

Чем выше давление, тем выше требования к качеству (класс точности, чистота обработки, материал) сопрягаемых деталей, к жесткости конструкции в целом. При давлениях свыше 20-25 МПа в жидкости могут возникать упругие колебания, вызывающие гидравлические удары в системе, вибрацию подвижных деталей, усложняется уплотнение подвижных и неподвижных соединений.

Поэтому из стандартного ряда назначаем давление  $P_n=10$  МПа.

#### Расчет размеров и подбор гидродвигателя. Выбор типа гидродвигателя и определениедавления, реализуемого на нем

Тип гидродвигателя (гидроцилиндр, поворотный гидродвигатель или гидромотор) определяется в соответствии с заданным характером движения выходного звена. От параметров гидродвигателя – номинального давления  $P_{дв}$  и номинального расхода  $Q_{дв}$  в конечном итоге зависят аналогичные параметры насоса.

По заданию вид движения выходного звена – возвратно-поступательное, значит тип гидродвигателя – гидроцилиндр.

Ориентировочное давление в рабочей полости гидродвигателя

$$P_{дв} = P_n \cdot \eta_r,$$

где  $P_n$  - давление, развиваемое насосом, соответствует номинальному рабочему давлению принятому ранее;  $P_n=10$  МПа;

$\eta_r$  - гидравлический К.П.Д. системы.

Предварительно его можно принять в пределах 0,7-0,8. Принимаем  $\eta_r=0.75$ .

$$P_{дв} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ МПа},$$

Для открытой схемы реализуемое гидродвигателем давление составит

$$\Delta P_{дв} = P_{дв} = 7,5 \text{ МПа}$$

#### Расчет и подбор гидроцилиндра

Гидроцилиндры могут быть одностороннего действия, когда возвратное движение поршня происходит под действием груза или пружины и двухстороннего, когда движение в обоих направлениях осуществляется под действием рабочей жидкости. Во втором случае гидроцилиндры могут иметь односторонний шток, когда скорость возвратного движения не регламентируется, и двусторонний, когда скорость и усилия в обоих направлениях должны быть одинаковыми. Указанные обстоятельства должны быть учтены при расчете диаметра поршня. Так как гидроцилиндра с двусторонним штоком, из-за сложности изготовления и увеличения габаритов машины, применяются сравнительно редко, то выбираем гидроцилиндр одностороннего действия.

Рассчитываем диаметр поршня

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot \Delta P_{дв} \cdot \eta_M}},$$

где  $\eta_M$  - механический К.П.Д. гидроцилиндра, ориентировочное значение его 0.9

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 12000}{3,14 \cdot 7,5 \cdot 0,9}} = 47,59 \text{ мм.}$$

По вычисленным значениям  $P_{дв}$  и  $D$  с учетом заданного хода поршня  $S$  выбираем типоразмер гидроцилиндра [4, стр 359] 4009-4635010.

Техническая характеристика:  $D=70$  мм;  $P_H=10$  МПа;  $S=140$  мм.

Уточненное давление в рабочей полости гидроцилиндра  $P_{дв}$  :

$$P_{дв} = \frac{4 \cdot F}{D^2 \cdot \pi \cdot \eta_M} = \frac{4 \cdot 12000}{70^2 \cdot 3,14 \cdot 0,9} = 3,47 \text{ МПа,}$$

Расход жидкости на гидроцилиндр составит

$$Q_{дв} = u \cdot \frac{\pi D^2}{4} = 0,3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,07^2}{4} = 0,1154 \text{ дм}^3 / \text{с.}$$

### Выбор гидроаппаратуры и вспомогательных устройств

Гидроаппаратура служит для изменения параметров потока жидкости (давления, расхода, направления движения) или для поддержания их на заданное уровне. К ней относятся: гидродроссели, гидроклапаны различного назначения, парораспределитель.

При выборе гидроаппаратуры следует исходить из ее местоположения на разработанной принципиальной схеме.

По исходными параметрами для поиска типоразмера гидроаппарата являются номинальное давление в системе  $P_H$  и номинальный расход  $Q$  принимаемый здесь по рассчитанному расходу для гидродвигателя  $Q_{дв}$  .

Гидрораспределители по конструкции могут быть крановые и золотниковые (весьма редко - клапанные). Крановые гидрораспределители используются для давлений в системе не выше 10 МПа из-за значительных статических усилий, прижимающих пробку к корпусу и затрудняющих ее поворот. Наиболее широко распространены гидрораспределители золотникового типа. По числу позиций золотника они подразделяются на двух- трех- и четырехпозиционные. Двухпозиционные используются обычно для гидроцилиндров одностороннего действия, Трехпозиционные имеет кроме нейтрального два рабочих положения, при которых напорная линия связывается с одной или другой полостью гидроцилиндра или с одним из двух каналов гидромотора, в зависимости от требуемого направления перемещения выходного звена. В четырехпозиционных, помимо указанных, имеется так называемое плавающие положение, когда напорная линия и обе полости гидроцилиндра связаны с гидробаком. Жидкость при этом может перетекать из одной полости гидроцилиндра в другую.

Для данного гидроцилиндра выбираем трехпозиционный золотник реверсивный с электрогидравлическим управлением. Выбираем типоразмер золотника [4]: Г63-13

Характеристика золотника Г63-13:

Номинальный расход масла - 0,58 дм<sup>3</sup>/с;

Номинальное давление - 20 МПа;

Потеря давления при номинальном расходе, не более - 0,3 МПа;

Утечки через зазоры золотника при номинальном давлении - 0,005 дм<sup>3</sup>/с;

При выборе конструкции гидроклапана следует учитывать его функциональное назначение в разрабатываемом гидроприводе: предохранительный, переливной, обратный, редуционный. В данной используется два клапана: переливной и предохранительный.

Выбираем по каталогу клапаны [4]:

- предохранительные и переливные – БГ52-13

Характеристика клапана БГ52-13:

Номинальное давление 5...20 МПа;

Номинальный расход  $0,58 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с;

Минимальный рекомендуемый расход  $0,08 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с;

Перепад давления на клапане 0,5 МПа;

Утечка масла через клапан -

В качестве отделителей твердых частиц используют фильтры и сепараторы. Качество очистки определяется размером задерживаемых частиц: грубая - до 100 мкм, нормальная - до 10 мкм, тонкая - до 5 мкм, особо тонкая - до 1 мкм. Так как в исходных данных работы размер отделяемых частиц не оговорен, то принимаем нормальную степень очистки (размер частиц до 10 мкм).

Параметрами для подбора типоразмера фильтра являются: наименьший размер задержанных частиц, рабочее давление и пропускная способность (по расходу рабочей жидкости).

В данной гидросистеме фильтр расположен на линии слива. Давление там незначительное. Поэтому по каталогу выбираем фильтр магнитно-сетчатый сдвоенный ФМС-12 [4]. Фильтры такого типа предназначены для очистки от примесей минеральных масел вязкостью до 600 мм<sup>2</sup>/с.

Характеристика фильтра ФМС-12:

Наименьший размер задерживаемых частиц 5...10 мкм;

Наибольшее рабочее давление 0,6 МПа;

Количество магнитов 6;

Диаметр магнитов 55 мм;

Диаметр фильтрующего сетчатого элемента 50 мм;

Количество фильтрующих элементов 16;

Вес фильтра 4,65 кг;

### **Выбор рабочей жидкости**

В объемном гидроприводе рабочая жидкость служит в качестве носителя энергии, смазки, а также является охлаждающей средой (отводит тепло из системы). В соответствии с назначением к ней предъявляются ряд требований, которым наиболее удовлетворяют минеральные масла и синтетические (силиконовые) жидкости. При выборе марки рабочей жидкости необходима заданная рабочая температура. По заданию  $t=40$  оС.

Подобранный гидроцилиндр работает на минеральном масле вязкостью 18...60 сСт (мм<sup>2</sup>/с) при температуре 10 – 50 оС. Рекомендовано использовать масло индустриальное 20 и масло индустриальное 30.

Выбираем масло индустриальное 20 ГОСТ 1707-51. Вязкость 20 сСт при  $t=50$  оС, плотность 890 кг/м<sup>3</sup>.

### **Расчет гидрوليний**

Гидролинии служат для передачи рабочей жидкости между гидроагрегатами, они связывают все устройства гидропривода в единую систему (схему). К гидролиниям относятся трубопроводы и каналы в корпусах гидравлических устройств.

При расчете гидролинии определяются ее диаметр и гидравлические потери при движении жидкости;

Определение диаметра трубопровода

Значение диаметра трубопровода необходимо для подбора труб гидролинии, выбора гидроаппаратуры и вспомогательного оборудования, расчета гидравлического сопротивления гидролинии.

Расчет проводится по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \omega}},$$

где  $Q$  - расход жидкости м<sup>3</sup>/с. В данном расчете его можно принять равным  $Q_{дв}$  (см, п. 4.2.);

$\omega$  - средняя скорость движения жидкости в трубопроводе, м/с.

Величина скорости принимается по рекомендациям, полученным на основании экономических соображений: с увеличением  $\omega$  увеличиваются гидравлические потери, но уменьшается расход материала на изготовление трубопровода, снижается его масса. При давлениях до 5-6 МПа и большой длине гидролинии, когда гидравлическое сопротивление может существенно повлиять на К П Д системы, рекомендуемая скорость 3-4 м/с, при давлениях свыше 10 МПа и малой длине гидролинии, скорость может быть увеличена до 5-6 м/с, во всасывающей линии насоса она не должна превышать 1,5 м/с, а в сливной линии - 2 м/с.

Принимаем для данной гидросистемы один диаметр для всех линий и одну скорость движения жидкости  $v=3$  м/с.

Тогда:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1154 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 3}} = 0,00699 \text{ м} = 7 \text{ мм};$$

По результатам расчета подбираем промышленную трубу по ГОСТ 8734-75: 10x1,5 (двн=7 мм);

Уточненная скорость движения жидкости:

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,1154 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,007^2} = 3 \text{ м/с},$$

Определение гидравлических потерь в гидролинии

В этом расчете учитывают потери по длине и на местных сопротивлениях, используя принцип сложения потерь напора

$$\Delta P_{\text{эл}} = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{\rho \omega^2}{2},$$

где  $\lambda$  - коэффициент трения;

$l$  - длина гидролинии, м;

$d$  - диаметр гидролинии, м;

$\xi$  - коэффициент местного сопротивления;

$\rho$  - плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega$  - скорость движения жидкости, м/с;

Для определения коэффициента трения необходимо вначале вычислить критерий Рейнольдса

$$R_e = \frac{\omega d}{\nu},$$

где  $\nu$  - коэффициент кинематической вязкости рабочей жидкости, м<sup>2</sup>/с.

$$R_e = \frac{3 \cdot 0,007}{20 \cdot 10^{-5}} = 1050,$$

При ламинарном режиме:

$$\lambda = \frac{64}{R_e},$$

Тогда:

$$\lambda = \frac{64}{1050} = 0.060952,$$

Режим движения жидкости - ламинарный ( $Re < 2320$ ).

**Таблица 1 – Местные гидравлические сопротивления**

Тип сопротивления	Количество	Коэффициент местного сопротивления $\xi$
- отвод под углом $90^\circ$	6	0,15
- расширение на входе в гидроцилиндр	1	1
- расширение на входе в гидрораспределитель	1	1
- расширение на входе в фильтр	1	1
- расширение на входе в дроссель	3	0,15
- тройник прямоугольный для транзитного потока		

Тогда

$$\Delta P_{\text{эт}} = \left( 0.06095 \frac{8}{0.007} + 5.35 \right) \frac{890 \cdot 3^2}{2} = 300403 \text{ Па} = 0,3 \text{ МПа},$$

### Определение параметров и подбор насоса

Основными параметрами, по которым выбирается типоразмер насоса, являются давление  $P_H$  и производительность  $Q_H$ .

Давление (удельная энергия, сообщаемая жидкости в насосе) затрачивается в объемном гидроприводе на выполнение работы гидродвигателем и преодоление гидравлических сопротивлений при передаче жидкости. При расчете потребного давления указанные величины суммируются

$$P_M = P_{\text{дв}} + \Delta P,$$

где  $P_{\text{дв}}$  - давление на входе в гидродвигатель,  $P_{\text{дв}} = 3,47$  МПа;

$\Delta P$  - суммарные потери давления в системе, МПа причем

$$\Delta P = \Delta P_{\text{гл}} + \Delta P_{\text{га}}$$

где  $\Delta P_{\text{гл}}$  - гидравлические потери в гидролиниях, МПа (см., п.4.2);

$\Delta P_{\text{га}}$  - суммарные потери в гидроагрегатах (дросселе, гидрораспределителях, фильтрах и т.п.), МПа.

Эти потери принимаются по справочным данным при выборе соответствующих гидроаппаратов и вспомогательных устройств.

Тогда:

$$\Delta P_{\text{га}} = 0,3 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 1,8 \text{ МПа};$$

$$\Delta P = 0,3 + 1,8 = 2,1 \text{ МПа};$$

$$P_M = 3,47 + 2,1 = 5,67 \text{ МПа}.$$

Для определения производительности насоса необходимо сложить расход жидкости на гидродвигатель  $Q_{\text{дв}}$  и утечки жидкости через неплотности в гидроагрегатах  $Q_{\text{ут}}$ , то есть

$$Q_H = Q_{\text{дв}} + Q_{\text{ут}}$$

Утечки через неплотности принимаются по справочным данным при выборе соответствующей гидроаппаратуры (гидродросселя, гидрораспределителя, гидроклапанов и т.д.).

$$Q_H = 0,1154 + 0,005 = 0,1204 \text{ дм}^3 / \text{с}.$$

По рассчитанным значениям  $P_H$  и  $Q_H$  подбирается типоразмер насоса:

Аксиально-поршневой насос типа ПД №0,5

Техническая характеристика

Номинальное давление 10 МПа;  
 Максимальная производительность за 1 об  
 (рабочий объем насоса),  $q_H$  0,003 дм<sup>3</sup>/с;  
 Максимальная производительность (подача)  
 $Q_{MAX}$  0,15 дм<sup>3</sup>/с=0,15×10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup>/с;  
 Частота вращения 2950 об/мин;  
 Потребляемая мощность (при  $Q_{MAX}$ ) 2,35 кВт  
 Объемный КПД  $\eta_0$  0,98  
 Полный КПД  $\eta_H$  0,82  
 Необходимая частота вращения вала насоса

$$\omega = \frac{\pi \cdot Q_H}{q_H \cdot \eta_0}$$

где  $q_H$ - рабочий объем насоса, м<sup>3</sup>;

$\eta_0$ - объемный КПД.

Тогда:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 0,1204}{0,003 \cdot 0,98} = 12,86 \text{ рад/с} \approx 771 \text{ об/мин}$$

Мощность, потребляемая насосом (мощность на валу), вычисляется по формуле

$$N_H = \frac{P_H Q_H}{1000 \cdot \eta_H}$$

где  $\eta_H$ - полный К.П.Д. насоса, по технической характеристике  $\eta_H=0,82$ .

Тогда:

$$N_H = \frac{10 \cdot 10^6 \cdot 0,1204 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 0,82} = 1,47 \text{ кВт.}$$

### Общий КПД гидропривода

Этот параметр характеризует потери энергии (гидравлические, объемные и механические) при ее передаче в объемном гидроприводе. Он определяется отношением мощности, реализуемой гидродвигателем, к мощности, потребляемой насосом

$$\eta = \frac{N_{дв}}{N_H}$$

Тогда:

$$\eta = \frac{0,36}{1,47} = 0,244$$

## Практическая работа 7

### Выбор смазочных устройств для жидких смазок

Цель занятия:

- ✓ Ознакомиться с видами смазочных устройств для жидких смазок.
- ✓ Изучить устройство и принцип работы устройств для жидких смазок на примере гидросистемы токарно-винторезного станка.

В практике машиностроения наиболее часто СОЖ подается в зону резания поливом в виде свободно падающей струи. На рис. представлен пример практической реализации схемы подачи СОЖ на токарном станке (вид сзади)

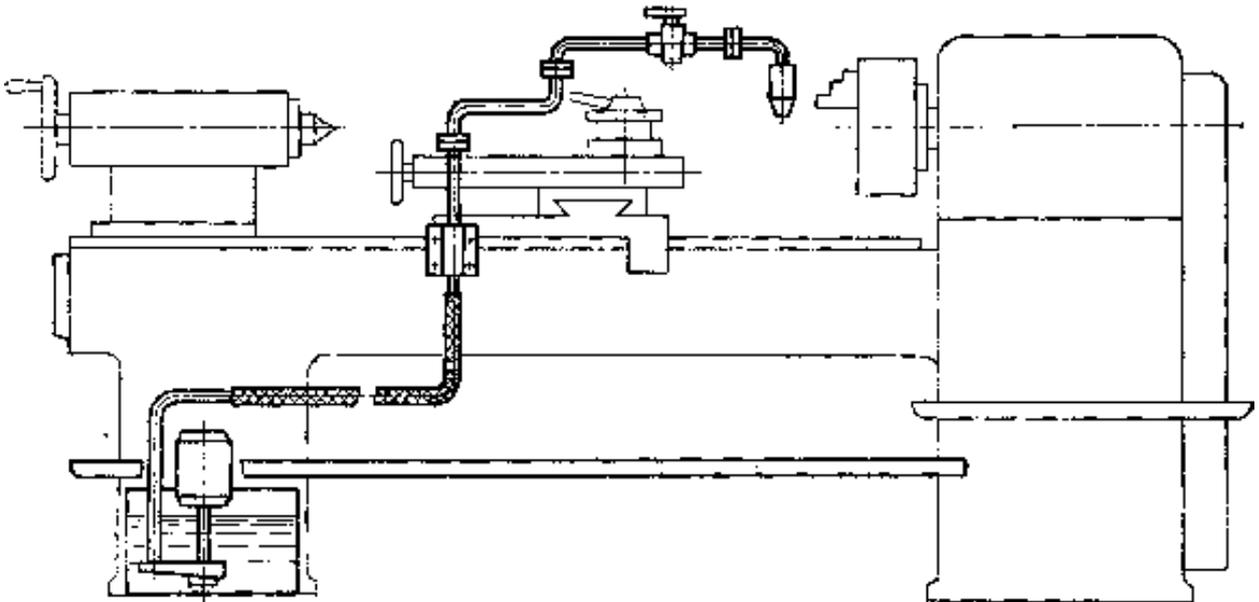


Рис.1 – Система подачи СОЖ на токарном станке.

Смазочно-охлаждающая жидкость из емкости в левой тумбе станка насосом через гибкий шланг подается в трубопровод с пробковым краном и сопловым насадком. Из соплового насадка СОЖ подается свободно падающей струей на режущий инструмент и обрабатываемую деталь.

Количество подаваемой в зону резания СОЖ регулируется с помощью пробкового крана. Использованная СОЖ стекает в корыто и сливается в емкость, к насосу. Давление жидкости в магистрали ее подачи должно быть достаточным для подъема жидкости до уровня положения соплового насадка. Обычно оно находится в пределах от 0,02 до 0,05 МПа и обеспечивается насосом. Количество подаваемой в зону резания СОЖ зависит от вида ее основы (водная или масляная), вида выполняемой операции и напряженности режима резания. На универсальных станках весом до 10 т жидкость подается

в количестве от 2 до 20 л/мин. В некоторых случаях механической обработки (на многошпиндельных автоматах, зубообрабатывающих станках и других) поток СОЖ используется одновременно и для уноса стружки. Количество СОЖ для этих случаев рассчитывается по опытно-статистическим формулам.

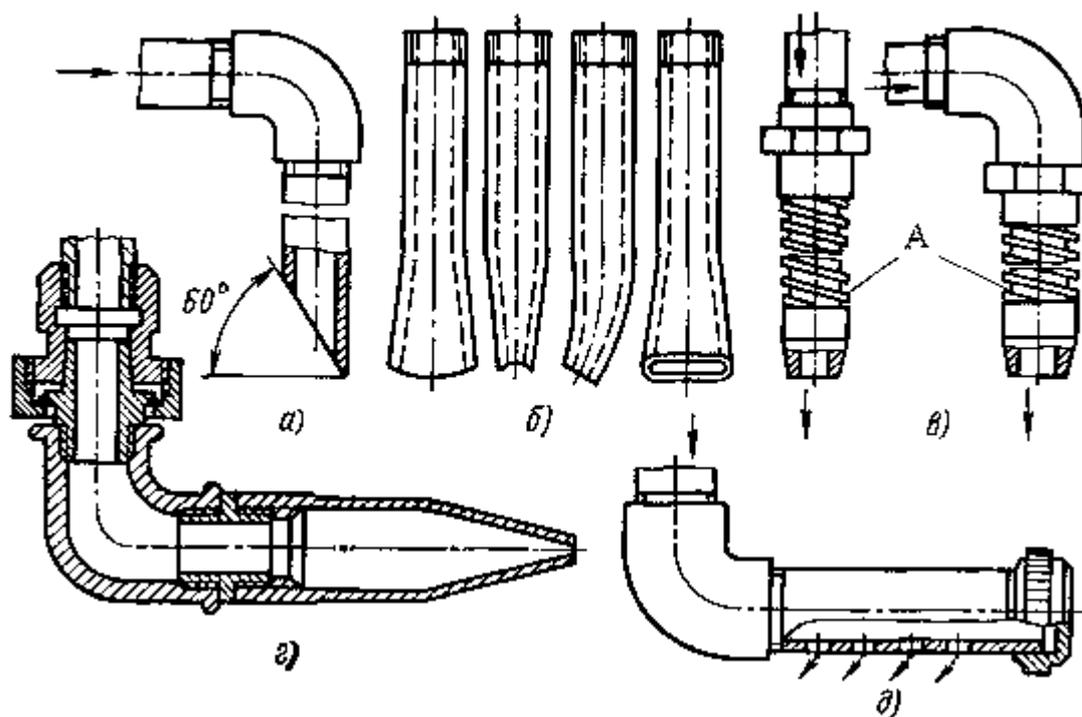


Рис. 2 – Сопловые насадки для подачи СОЖ поливом.

На разных технологических операциях в зависимости от вида, размеров и конструкции используемого инструмента и желаемой ширины охвата зоны резания струей СОЖ применяются сопловые насадки различного вида. Особенности их конструкций показаны на рис.2. Сопловые насадки системы подачи СОЖ на токарных станках представляют собой металлическую трубку с конусным концом на выходе для формирования струи СОЖ и уменьшения ее разбрызгивания. Насадки для сверлильных станков (рис.2.а) имеют обращенный в сторону режущего инструмента косой срез, обеспечивающий подачу СОЖ на инструмент вдоль его оси. Насадки для фрезерных и зубообрабатывающих станков (рис. 2, б и г) обеспечивают подачу СОЖ плоской широкой струей. При многошпиндельной обработке применяются сопловые насадки (рис.2.в) с гибкой частью “А” позволяющей изменить положение насадка и направление струи СОЖ относительно режущего инструмента. Для подачи СОЖ в зону обработки шириной более 100 мм применяются сопловые насадки (рис. 2, д) в виде трубки с расположенными на одной линии боковыми отверстиями диаметром 5...6 мм.

При необходимости более интенсивного охлаждения режущих инструментов применяется их внутреннее охлаждение, заключающееся в пропускании СОЖ по внутренним каналам в теле инструмента. Наиболее часто внутреннее охлаждение применяется в осевых инструментах типа сверл, зенкеров, разверток, протяжек, метчиков и иных подобных инструментах, но может применяться и в любых других инструментах. На рис.3. показаны резцы с

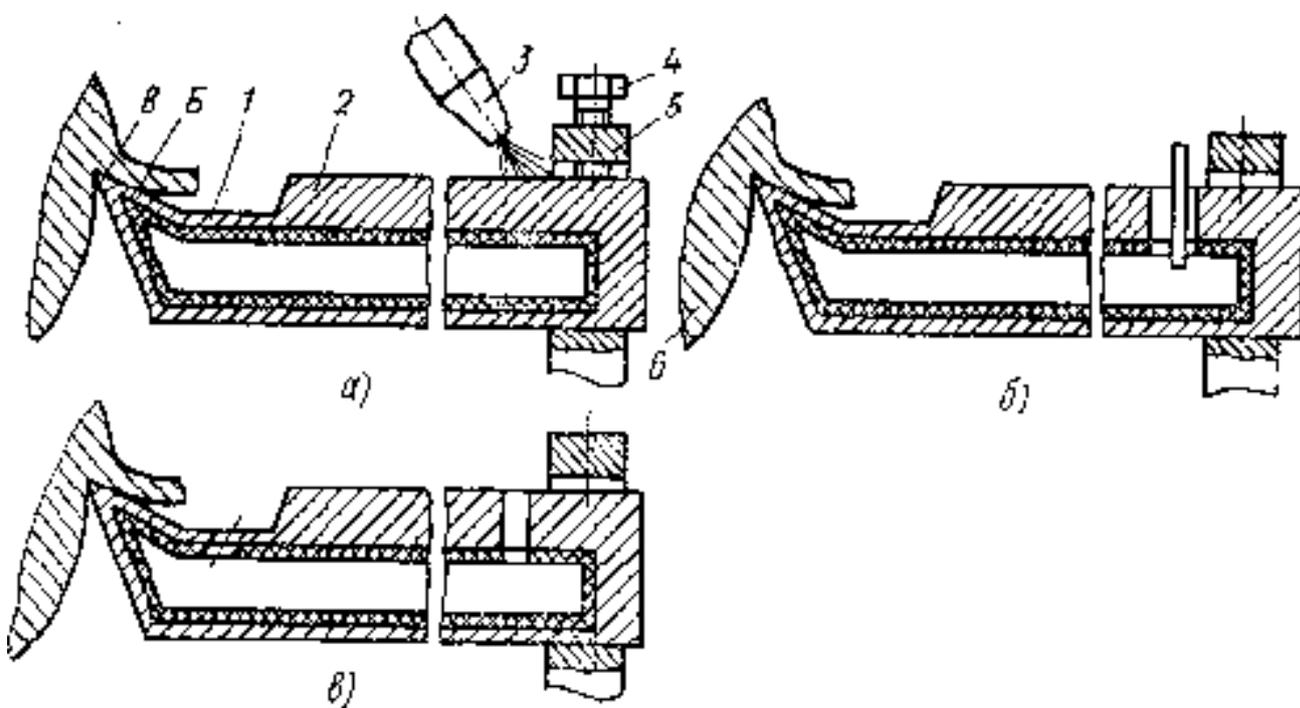


Рис. 3 – Резцы с внутренним охлаждением.

внутренним охлаждением. В теле 1 резца имеется полость, поверхность которой покрыта пористым материалом (рис. 3, а), смоченным охлаждающей жидкостью. При резании жидкость в режущей части резца испаряется и конденсируется в “холодной” зажимной части резца. По пористому материалу 2 она вновь поступает к режущей части. Резцы могут иметь замкнутую (рис. 3, б) и проточную (рис.3, в) полости.

Эффективность действия СОЖ зависит от их химического состава, путем изменения которого можно регулировать взаимодействие СОЖ с инструментальным и обрабатываемым материалами. К настоящему времени наработано множество составов СОЖ, эффективно действующих при резании различных групп металлов и материалов. Другим путем повышения эффективности действия подаваемых поливом СОЖ является их активация внешними энергетическими воздействиями.

Способ подачи СОЖ поливом свободно падающей струей прост и удобен, привычен и традиционно широко применяется при обработке материалов на металлорежущих станках. Однако, в практике

машиностроительного производства есть много случаев где применение СОЖ поливом неудобно или недостаточно эффективно и обработка резанием ведется “всухую”. Так, например, полив СОЖ не применяется на тяжелых продольно-строгальных, карусельных, продольно-фрезерных и других станках из-за вымывания смазки с их направляющих. При обработке по разметке полив не применяется, так как струя СОЖ закрывает разметку.

## Практическая работа 8

### Составление карты смазки токарного станка CTX 310 eco с ЧПУ Siemens 840 D SL

**Цель работы:** Освоение методики составления карты смазки технологического оборудования и получения практических навыков выполнения оформления технической документации.

**Оборудование:** комплект технической документации на токарный станок CTX 310 eco с ЧПУ Siemens 840 D SL

#### Краткие сведения

Правильная и регулярная смазка станка имеет большое значение для нормальной его эксплуатации и долговечности. Поэтому необходимо строго придерживаться ниже приведенных рекомендаций.

При подготовке станка к пуску необходимо промыть сетку фильтра в керосине, затем в соответствии с «Картой смазки» и схемой смазки заполнить резервуары смазкой и смазать указанные в карте механизмы.

Смазку производить смазочными материалами, указанными в карте смазки, или их заменителями.

#### Карта смазки

Смазываемые механизмы	Тип смазки	Марка смазочного материала	Периодичность смазки или замена масла	Номер смазываемой точки по схеме смазки (рис. 3)	Количество заливаемого масла, л (англ. галлон)
Шпиндельная бабка и коробка подач	Автоматическая централизованная	И-20А ГОСТ 20799-75	1 раз в 6 месяцев	Заливка—6; слив—4	17 (3,74)
Фартук	Автоматическая	И-30А ГОСТ 20799-75	Замена масла при плановых осмотрах и ремонтах	Заливка—6; слив—4	1,5 (0,33)
Каретка и поперечные салазки суппорта	Полуавтоматическая от насоса фартука	И-30А ГОСТ 20799-75	2 раза в смену	2	Из резервуара фартука
Задние опоры ходового винта и ходового вала	Ручная	И-30А ГОСТ 20799-75	Еженедельно	6	0,03 (0,006)
Резцовые салазки суппорта и опоры винта привода поперечных салазок	Ручная	И-30А ГОСТ 20799-75	1 раз в смену	3	0,02 (0,004)
Задняя бабка	Ручная	И-30А ГОСТ 20799-75	Еженедельно	3	0,2 (0,04)
Сменные шестерни	Ручная	Солидол С ГОСТ 4366-76	Ежедневно	8	0,1 кг (0,22 англ. фунта)
Резцедержатель	Ручная	И-30А ГОСТ 20799-75	1 раз в смену		0,01 (0,002)

Перед пуском станка в эксплуатацию следует проконтролировать наличие масла в бачке масляного насоса по маслоуказателю 1 и в случае необходимости произвести заливку его через отверстие, закрываемое сетчатым фильтром. Резервуар бачка 3 следует заливать маслом марки

«индустриальное 12» ГОСТ 1707-51 до среднего положения глазка маслоуказателя. Смазка передней бабки централизованная от лопастного насоса 4.

По истечении 2000 рабочих часов станка масло в передней бабке необходимо обновлять, так как по истечении времени смазка передней бабки ухудшается вследствие разложения масла.

При обновлении масла одновременно нужно производить очистку масляного резервуара с промыванием свежим маслом. Фильтры также следует промыть. Перед промывкой следует отключить подводку электропитания к электродвигателю масляного насоса, отсоединить масляные трубопроводы 5 и 6, вынуть резервуар на тумбы станка и отделить от него крышку с насосом 4. После очистки и промывки масляную систему тщательно смонтировать и залить резервуар проверенным свежим маслом. После монтажа масляного насоса включить электродвигатель насоса, а шпиндель привести в медленное вращение.

В случае если масло не поступает в маслоуказатель 1 (рис. Б.1) шпиндельной бабки работа на станке не допустима!

Подачу масла необходимо отрегулировать дроссельными плитами, на такую производительность, при которой масло достигало бы маслоуказателя 1 с почти потерянными давлением. При увеличенной производительности не исключена возможность просачивания масла через поверхности соединения деталей в передней бабке.

Коробку скоростей следует заполнить маслом марки «индустриальное 30» ГОСТ 1707-51 согласно спецификации к схеме смазки станка.

Смазка шестерен и подшипников производится разбрызгиванием масла шестернями коробки скоростей.

Проверка наличия смазки производится наблюдением по глазку-указателю расположенному на задней стенке коробки скоростей. Проверку необходимо делать не реже одного раза в неделю. В случае отсутствия смазки в указателе необходимо немедленно долить масло в коробку скоростей через специальное отверстие для заливки.

По истечению приблизительно 2000 рабочих часов коробку скоростей следует разбирать с целью осмотра ее механизма, удаление старой смазки, очистки и заполнение новой качественной смазкой.

Смазка механизмов коробки подач и фартука аналогична смазке коробки скоростей. Смазку остальных механизмов станка производить согласно указаниям в спецификации к схеме смазки станка.

### Технические характеристики станка 1Е61ПМ

Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	П
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над станиной, мм	320
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над суппортом, мм	170
Наибольшая длина обрабатываемой детали, мм	710
Пределы частот вращения шпинделя, min/max, об/мин	35,5 / 1800
Мощность двигателя главного движения / мощность суммарная, кВт	3
Габариты машины: длина/ширина/высота, мм	2000/900/1400
Масса машины с выночным оборудованием, кг	2 000
Начало серийного производства, год	1973

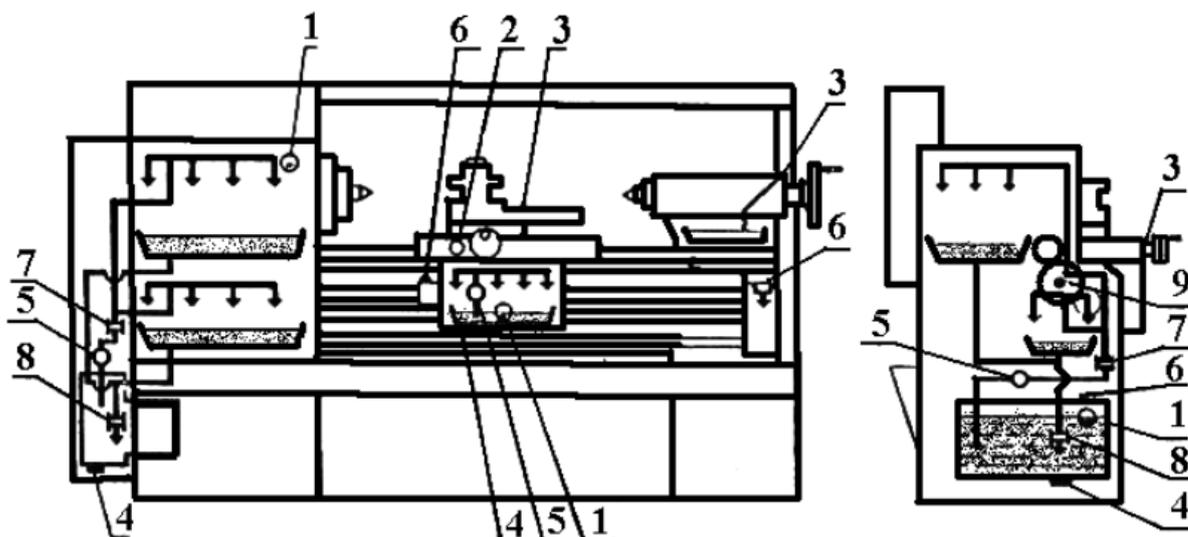


Рисунок Б.1 – Пример оформления схемы смазки токарного станка

**Вывод:** Освоили методику выполнения технического обслуживания систем смазки технологического оборудования и получили практические навыки выполнения оформления технической документации.

### Контрольные вопросы

- 1 Какие технологические операции можно производить на станке.
- 2 Как устанавливается классификация металлорежущих станков?
- 3 Общее устройство и назначение узлов станка.
- 4 Что называется наладкой и настройкой станка?
- 5 Назовите основные типы станков токарной группы.
- 6 Назовите основные узлы токарных станков.
- 7 Перечислите основные виды поверхностей, обрабатываемых на токарных станках.

- 8 Каково технологическое назначение токарных станков?
- 9 Какова размерность скоростей главного движения резания и движения подачи при обработке заготовок на токарных станках?

## Практическая работа 9

### Составление плана-графика по техническому обслуживанию вертикально-фрезерного станка STALEX BF60

#### Цель работы:

- 1.1 Изучить методику расчета количества РОВ;
- 1.2 Рассчитать количество РОВ на планируемый период

:

- 2.1 Ведомость оборудования предприятия
- 2.2 Нормы периодичности ремонта. Структура и длительность ремонтного цикла (приложение А)
3. Порядок выполнения работы
  - 3.1 Изучить методику расчета количества РОВ на планируемый период
  - 3.2 Ознакомиться с исходными данными
  - 3.3 Рассчитать количество РОВ на планируемый период

**Оборудование:** комплект технической документации на вертикально-фрезерный станок STALEX BF60

#### Содержание работ

Определение количества ремонтно-обслуживающих воздействий на планируемый период (количество обслуживаний, текущих, средних и капитальных ремонтов) производится исходя из структуры и продолжительности ремонтного цикла, годовой загрузки оборудования (месяцы, сутки) и числа месяцев (суток) работы оборудования, считая с начала ввода его в эксплуатацию.

Например: Для станка, согласно нормативам на ремонт, структура РЦ выглядит следующим образом:

2001,2005,2009,2013 / 2002,2006,2010,2014 / 2003,2007,2014,2015 /2004,2008,2012

К – ТО – Т – ТО – С – ТО – Т – ТО – С – ТО – Т – ТО – С – ТО – Т – ТО – К  
(1, 3, 4. 8)

Длительность РЦ равна 4 года/48мес. при 4 месяцах работы в году (июль – октябрь). Тогда среднегодовое количество РОВ составит:

КСТТО

0,25                      0,75                      1                      2

Фактическое количество РОВ на планируемый период (2005год), если оборудование работает с 1991 года, составит:

К	С	Т	ТО
-	1	1	2

В работе расчет производить по фактическому количеству. Для определения сроков ремонта необходимо знать ремонтный цикл, межремонтные и межсмотровые периоды для каждого вида оборудования.

Ремонтный цикл – период работы машины (агрегата) между двумя плановыми капитальными ремонтами, а для нового оборудования – период работы от начала ввода машины в эксплуатацию до 1-го капитального ремонта.

У каждого вида оборудования в зависимости от условий эксплуатации и конструкторской сложности свои РЦ, продолжительность и среднегодовое количество.

Межремонтный период – период работы оборудования между двумя очередными плановыми ремонтами.

Продолжительность в месяцах межремонтных периодов определяется по формуле

$$P_{\text{мр}} = \frac{P_{\text{рц}}}{\Sigma C + \Sigma T + 1}, \quad (1.1)$$

где  $P_{\text{рц}}$  – ремонтный цикл, месяцы;

$C$  – число средних ремонтов в ремонтном цикле;

$T$  - число текущих ремонтов в ремонтном цикле.

Межсмотровой период - период работы оборудования между двумя очередными осмотрами или между осмотром и плановым ремонтом.

Продолжительность (в месяцах) межсмотровых периодов определяется по формулам

$$P_{\text{мр}} = \frac{P_{\text{рц}}}{\Sigma C + \Sigma T + \Sigma O + 1}, \quad (1.2)$$

$$P_{\text{мр}} \text{ или } P_{\text{мо}} = \Sigma O' + 1, \quad (1.3)$$

где  $\Sigma O$  – число осмотров в ремонтном цикле;

$\Sigma O'$  – число осмотров в межремонтном периоде.

Структура ремонтного цикла (проведение ремонтов и осмотров (илиТО) в определенной последовательности) и его продолжительность зависят от конструктивных особенностей машины (агрегата) и условий эксплуатации.

Например: основное технологическое оборудование группируют по 10 разрядам ремонтных циклов, у которых своя продолжительность, структура и число ремонтов и осмотров.

Исходя из принятой стратегии, мы можем назначить различные ремонтные циклы, например для оборудования по очистке плодов и овощей:

К-О-Т-О-Т-О-С-О-Т-О-Т-О-С-О-Т-О-Т-О-С-О-Т-О-Т-О-К – структура РЦ.

Условные обозначения Количество Периодичность

К – капитальный ремонт – 1 – 4200 часов

С – средний ремонт – 3 – 1050 часов

Т – текущий ремонт – 8 – 350 часов

О – осмотр – 12 – 175 часов (определяется по формуле (1.2))

а) Определяется продолжительность ремонтного цикла в годах (1.4)

$$A = \frac{T_{рц}}{n_{мес}} ; \quad (1.4)$$

где  $T_{рц}$  - продолжительность ремонтного цикла, месяцев;  
 $n_{мес}$  - количество месяцев работы оборудования в году (12, 6, 4,3).

б) Определяется среднегодовое количество технических осмотров (обслуживаний) оборудования (1.5)

$$n_o = \sum n_o ; \quad (1.5)$$

где  $\sum n_o$  - количество осмотров во всем ремонтном цикле.

в) По структуре ремонтного цикла для каждого вида оборудования с учетом даты ввода в эксплуатацию и среднегодового количества обслуживаний определяется количество текущих, средних и капитальных ремонтов.

Например: станок имеет ремонтный цикл равный 24 месяца, при 4-х месяцах работы в году:

КООООООООООООТООООООООООСООООООООООООТОООО  
 ОООООООСООООООООООООТОООООООООООК.

Количество ремонтов: один капитальный, два средних, три текущих 66 обслуживаний за весь ремонтный цикл. Продолжительность ремонтного цикла в годах составит  $24/4$  - 6 лет. Среднегодовое количество обслуживаний составит  $66/6$  - 11 обл.

Если планируемый период составляет 4-ый год с начала эксплуатации, то на этот период, т.е. на 4-ый год приходится 11 обслуживаний и один средний ремонт.

Аналогичным образом производится расчет количества ремонтно обслуживающих воздействий для других видов оборудования на планируемый период.

#### 5. Методика выполнения работы

Учитывая наименование оборудования, его количество, год ввода в эксплуатацию, структуру ремонтного цикла по справочным данным (приложение Б), определить количество РОВ на планируемый период. Результаты расчетов представить в форме таблицы.

#### 6. Составление отчета о работе

Отчет о работе выполняется в виде рукописного текста шариковой ручкой, черной, синей, фиолетовой пастой, в тетради для практических занятий.

Отчет состоит из общей и констатирующей части.

Общая часть содержит:

- наименование работы, номер и дату выполнения;
- исходные данные по заданию преподавателя.

Констатирующая часть включает:

- методику расчета;
- результаты расчета.

#### 7. Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое ремонтный цикл?
- 2 Что такое межремонтный период и как он определяется?
- 3 Что такое межсмотровой период и как он определяется?
- 4 Как определить количество РОВ фактически приходящихся на планируемый период?
- 5 Как определить среднегодовое количество РОВ?
- 6 Как влияет дата ввода в эксплуатацию и продолжительность работы в году оборудования (мес. смен.) на расчет количества РОВ?

## Практическая работа 10

### Разработка диагностики оборудования. Диагностика механического оборудования на основе виброанализа

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Определить состояние оборудования по вибрационным характеристикам. По результатам виброизмерений требуется определить необходимый объем работ для виброналадки механизма, из-за наличия таких дефектов, как:

- расцентровка;
- дисбаланс;
- механические ослабления.

#### 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

##### 1.1 Контроль качества:

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

##### 1.2 В ходе работы определить:

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

##### 1.3 Контрольные точки:

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

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

##### 1.4 Безопасность:

Установка датчиков вибрации с соблюдением ТБ.

##### 1.5 Интенсивность вибрации

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

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

1.6 Подготовить отчет по форме п.3.5

## 2. СРЕДСТВА



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



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



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

### 3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

#### 3.1 Выявить признаки дисбаланса

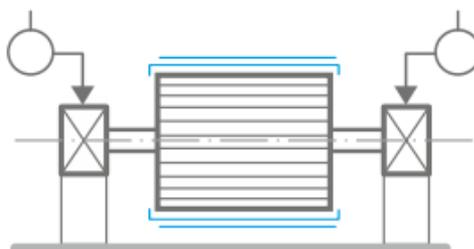
***В амплитудно-частотном спектре:***

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

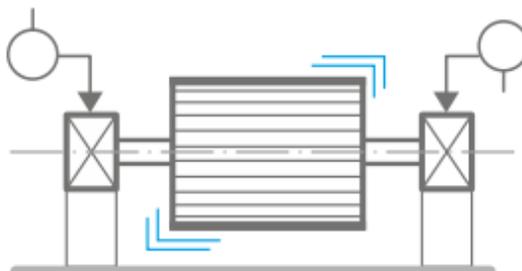


***Фазовые измерения при статической и динамической неуравновешенности:***

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



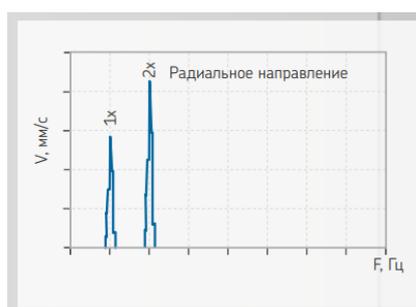
- **динамическая неуравновешенность** характеризуется разностью фаз на подшипниках  $\leq 180^\circ$ . Разность фаз  $\leq 180^\circ$  существует при парных измерениях как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Необходимо две плоскости коррекции для проведения балансировки.



### 3.2 Выявить признаки расцентровки

**В амплитудно-частотном спектре:**

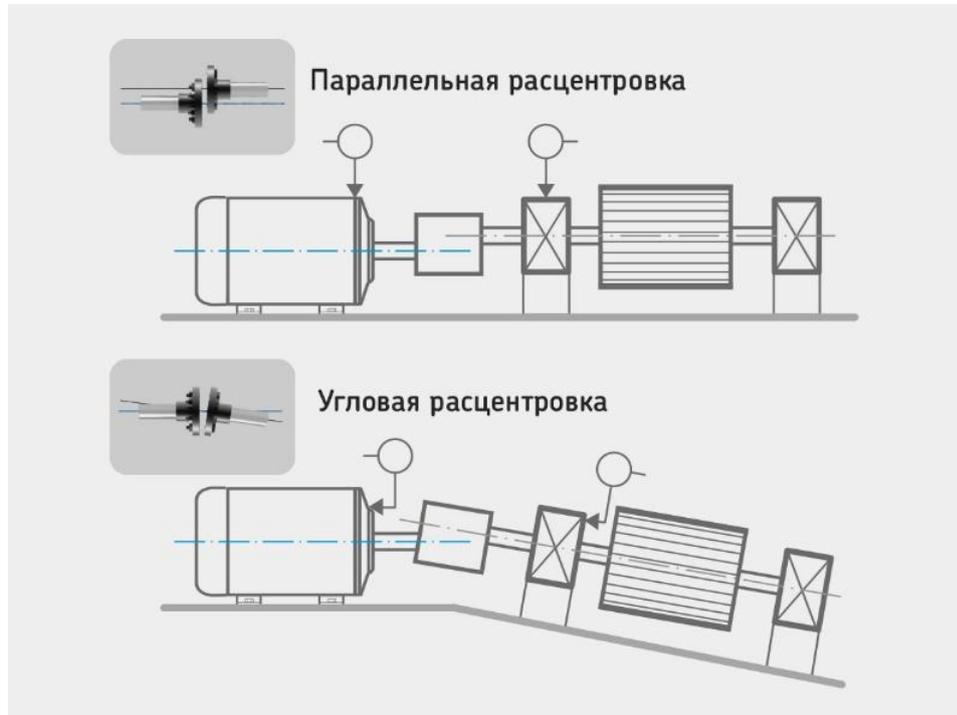
- высокий уровень радиальной и осевой вибрации;
- преобладающая амплитуда 1-ой, 2-ой, а иногда и 3-ей оборотной частоты в спектре вибрации;
- составляющая 2х часто выше, чем 1х, однако соотношение 2х и 1х часто определяется типом муфты и особенностями конструкции;
- при большой угловой или параллельной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



**Фазовые измерения:**

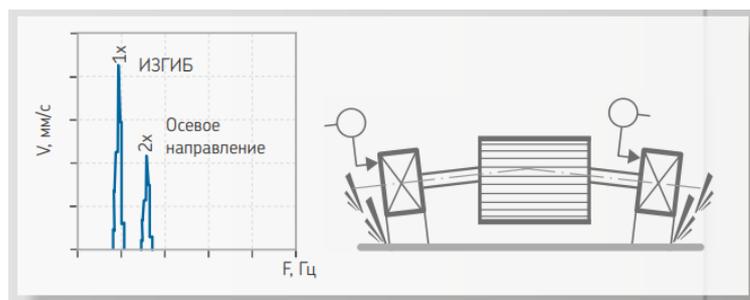
- угловая расцентровка характеризуется высокой осевой вибрацией и разностью фаз  $180^\circ$  при измерениях с двух сторон относительно муфты;

- параллельная расцентровка имеет вызывает высокую радиальную составляющую с разностью фаз до  $180^\circ$  при измерениях с двух сторон от муфты.



**Изгиб вала:**

- изгиб вала приводит к высокой осевой вибрации с разностью фаз при осевом измерении  $\leq 180^\circ$ ;
- при изгибе вблизи центра вала обычно доминирует вибрация  $1x$ ;
- если изгиб у муфты, то доминирует  $2x$ .



**3.3 Выявить признаки механических ослаблений**

**В амплитудно-частотном спектре:**

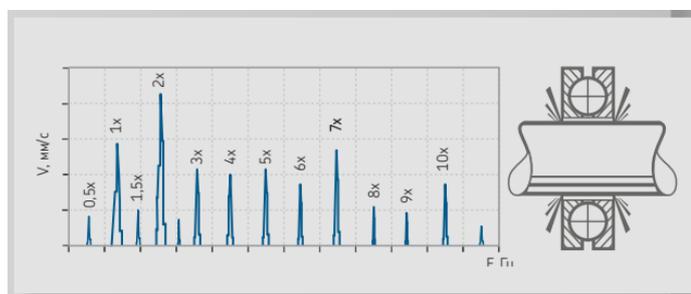
**Ослабление креплений:**

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



### ***Износ \ повышенные зазоры:***

- связано с исчезновением натяга между деталями, что приводит к появлению многочисленных гармоник вибрации корпуса подшипника из-за нелинейной реакции разболтанных деталей на динамические силы от ротора.



### ***Фазовые измерения:***

- фаза часто нестабильна и может сильно меняться.

### **П.3.5. Форма отчета**



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

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

Отметьте обнаруженные признаки дефектов

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

### Контрольные вопросы

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

### Информационное обеспечение

#### 3.2.1. Печатные издания

1. Феофанов А.Н., Схиртладзе А.Г. Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного оборудования: учебник для студ. Учреждений сред. Проф. Образования – М.Издательский центр «Академия», 2017.
2. [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.](#)

#### 3.2.2. Дополнительные источники

1. Поникаров И.И., Гайнулин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник. – Изд. 2-е, перераб. И доп. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.: ил.
2. Савилов Г.В. «электронный учебник», М. :КНОРУС, 2010
3. Севостьянов В.С., Богданов В.С., Дубинин Н.Н., Уральский В.И. Механическое оборудование производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий. – М.: ИНФРА – М, 2009. – 432с.
4. Трение, изнашивание и смазка. Справочник. В 2-х кн. // Под ред. д. т. н. И. В. Крагельского и к. т. н. В. В. Алисина – М: АCADEMIA, 2009. – кн. 1 – 400 с., кн. 2 – 358 с.

### **3.2.3. Информационные ресурсы:**

1. Профессиональные информационные системы CAD и CAM.
2. Классификаторы социально-экономической информации: [Электронный ресурс]. Форма доступа – <http://www.consultant.ru>.  
Промышленное оборудование <http://www.buildmachinery.ru/>

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 02.01. Техническое обслуживание 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»

***Г.В.Долгодуш***

\_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_

*И.О. Фамилия*

Рассмотрена на заседании ЦК М  
Протокол № 11

от 29.06.2023

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 02.01. Техническое обслуживание 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 02.01.</i>	<i>Техническое обслуживание промышленного оборудования</i>	<i>Экзамен</i>	<i>устный</i>

### 1.2.3. Государственная итоговая аттестация – квалификационный экзамен

1.3. Инструменты оценки для теоретического материала

<p><b>Наименование знания (умения), проверяемого в рамках компетенции (-ий)</b> <i>(переносится из спецификации)</i></p>	<p><b>Критерии оценки</b></p>	<p><b>Формы и методы оценки</b></p>	<p><b>Тип заданий</b></p>	<p><b>Проверяемые результаты обучения</b> <i>(Код ПК, ЛР или ОК)</i></p>
<p>требования к планировке и оснащению рабочего места по техническому обслуживанию;</p> <p>правила чтения чертежей деталей;</p> <p>методы диагностики технического состояния промышленного оборудования;</p> <p>назначение, устройство универсальных приспособлений и правила применения слесарного и контрольно-измерительных инструментов;</p> <p>основные технические данные и характеристики регулируемого механизма;</p> <p>технологическая последовательность выполнения операций при регулировке промышленного оборудования;</p>	<p>Знание требований к планировке и оснащению рабочего места по техническому обслуживанию;</p> <p>Правильность чтения чертежей деталей;</p> <p>Знание методов диагностики технического состояния промышленного оборудования;</p> <p>Знание назначения, устройства универсальных приспособлений и правила применения слесарного и контрольно-измерительных инструментов;</p> <p>Знание основных технических данных и характеристик регулируемого механизма;</p> <p>Знание технологической последовательности выполнения операций при регулировке промышленного оборудования;</p> <p>Знание способов регулировки в зависимости от</p>	<p>Тестирование, экспертное наблюдение за выполнением практических работ</p> <p>75% правильных ответов</p> <p>Оценка процесса</p> <p>Оценка результатов</p>	<p><i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i></p>	<p>ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3 ПК 2.4. ОК1-ОК11 ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 ЛР 37 ЛР 38 ЛР 39 ЛР 43</p>

<p>способы регулировки в зависимости от технических данных и характеристик регулируемого механизма;</p> <p>методы и способы контроля качества выполненной работы;</p> <p>требования охраны труда при регулировке промышленного оборудования;</p>	<p>технических данных и характеристик регулируемого механизма;</p> <p>Использование методов и способов контроля качества выполненной работы;</p> <p>Знание требований охраны труда при регулировке промышленного оборудования;</p>			
<p>требования к планировке и оснащению рабочего места;</p> <p>методы проведения и последовательность операций при диагностике технического состояния деталей, узлов и механизмов промышленного оборудования;</p> <p>правила и последовательность выполнения дефектации узлов и элементов промышленного оборудования;</p> <p>методы и способы контроля качества выполненной работы;</p> <p>требования охраны труда при диагностировании</p>	<p>Знание требований к планировке и оснащению рабочего места;</p> <p>Знание методов проведения и последовательности операций при диагностике технического состояния деталей, узлов и механизмов промышленного оборудования;</p> <p>Знание правил и последовательности выполнения дефектации узлов и элементов промышленного оборудования;</p> <p>Знание методов и способов контроля качества выполненной работы;</p> <p>Знание требований охраны труда при диагностировании и дефектации</p>	<p>Тестирование, экспертное наблюдение за выполнением практических работ</p> <p>75% правильных ответов</p> <p>Оценка процесса</p> <p>Оценка результатов</p>	<p><i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i></p>	<p>ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3 ПК 2.4. ОК1-ОК11 ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 ЛР 37 ЛР 38 ЛР 39 ЛР 43</p>

и дефектации промышленного оборудования;	промышленного оборудования;			
<p>требования к планировке и оснащению рабочего места;</p> <p>правила чтения чертежей;</p> <p>назначение, устройство и правила применения ручного и механизированного инструмента, контрольно-измерительных приборов;</p> <p>правила и последовательность операций выполнения разборки и сборки сборочных единиц сложных узлов и механизмов и ремонтных работах;</p> <p>правила и порядок оформления технической документации на ремонтные работы;</p> <p>правила и последовательность операций выполнения замены сложных узлов и механизмов;</p> <p>методы и способы контроля качества выполненной работы;</p> <p>требования</p>	<p>Знание требований к планировке и оснащению рабочего места;</p> <p>Правильность чтения чертежей;</p> <p>Знание назначения, устройства и правил применения ручного и механизированного инструмента, контрольно-измерительных приборов;</p> <p>Знание правил и последовательности операций выполнения разборки и сборки сборочных единиц сложных узлов и механизмов и ремонтных работах;</p> <p>Знание правил и порядка оформления технической документации на ремонтные работы;</p> <p>Знание правил и последовательности операций выполнения замены сложных узлов и механизмов;</p> <p>Знание методов и способов контроля качества выполненной работы;</p> <p>Знание требований охраны труда при ремонтных работах;</p>	<p>Тестирование, экспертное наблюдение за выполнением практических работ</p> <p>75% правильных ответов</p> <p>Оценка процесса</p> <p>Оценка результатов</p>	<p><i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i></p>	<p>ПК 2.1.</p> <p>ПК 2.2.</p> <p>ПК 2.3</p> <p>ПК 2.4.</p> <p>ОК1-ОК11</p> <p>ЛР 34</p> <p>ЛР 35</p> <p>ЛР 36</p> <p>ЛР 37</p> <p>ЛР 38</p> <p>ЛР 39</p> <p>ЛР 43</p>

охраны труда при ремонтных работах;				
<p>перечень и порядок проведения контрольных поверочных и регулировочных мероприятий;</p> <p>методы и способы регулировки и проверки механического оборудования и устройств безопасности;</p> <p>технологическая последовательность операций при выполнении наладочных, крепежных, регулировочных работ;</p> <p>способы выполнения крепежных работ;</p> <p>методы и способы контрольно-проверочных и регулировочных мероприятий;</p> <p>методы и способы контроля качества выполненной работы;</p> <p>требования охраны труда при наладочных и регулировочных работах</p>	<p>Знание перечня и порядка проведения контрольных поверочных и регулировочных мероприятий;</p> <p>Знание методов и способов регулировки и проверки механического оборудования и устройств безопасности;</p> <p>Знание технологической последовательности операций при выполнении наладочных, крепежных, регулировочных работ;</p> <p>Знание способов выполнения крепежных работ;</p> <p>Знание методов и способов контрольно-проверочных и регулировочных мероприятий;</p> <p>Знание методов и способов контроля качества выполненной работы;</p> <p>Знание требований охраны труда при наладочных и регулировочных работах</p>	<p>Тестирование, экспертное наблюдение за выполнением практических работ</p> <p><i>75% правильных ответов</i></p> <p><i>Оценка процесса</i></p> <p><i>Оценка результатов</i></p>	<p><i>Тестовые задания, выполнение практических работ</i></p>	<p>ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3 ПК 2.4. ОК1-ОК11 ЛР 34 ЛР 35 ЛР 36 ЛР 37 ЛР 38 ЛР 39 ЛР 43</p>

1.4. Инструменты для оценки практического этапа

<p><b>Наименование действия (умения), проверяемого в рамках компетенции</b> <i>(переносится из спецификации)</i></p>	<p><b>Критерии оценки</b></p>	<p><b>Методы оценки</b> <i>(указываются типы оценочных заданий и их краткие характеристики, например, практическое задание, в том числе ролевая игра, ситуационные задачи и др.; проект; для теоретической составляющей - экзамен, в том числе – тестирование, собеседование)</i></p>	<p><b>Место проведения оценки</b> <i>(мастерская, лаборатория, участок предприятия и т.д.)</i></p>	<p><b>Проверяемые результаты обучения</b> <i>(Шифр и наименование ПК)</i></p>
<p>поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места при проведении регламентных работ;</p> <p>выбирать слесарный инструмент и приспособления;</p> <p>выбирать смазочные материалы и выполнять смазку, пополнение и</p>	<p>Правильность поддержания состояния рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места при проведении регламентных работ;</p> <p>правильность выбора слесарного инструмента и приспособления;</p> <p>правильность выбора смазочных материалов и выполнения смазки, пополнения и замены смазки;</p> <p>правильность выполнения промывки деталей промышленного оборудования;</p>	<p><i>практические задания, экзамен, тестирование, собеседование</i></p>	<p><i>мастерская, участок предприятия</i></p>	<p>ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3 ПК 2.4.</p>

<p>замену смазки;</p> <p>выполнять промывку деталей промышленного оборудования;</p> <p>выполнять подтяжку крепежа деталей и замену деталей промышленного оборудования;</p> <p>контролировать качество выполняемых работ;</p> <p>осуществлять профилактическое обслуживание промышленного оборудования с соблюдением требований охраны труда;</p>	<p>точность выполнения подтяжки крепежа деталей и замену деталей промышленного оборудования;</p> <p>точность контроля качества выполняемых работ;</p> <p>соответствие осуществления профилактического обслуживания промышленного оборудования с соблюдением требований охраны труда;</p>			
<p>определять техническое состояние деталей, узлов и механизмов, оборудования;</p> <p>производить визуальный осмотр узлов и деталей машины, проводить необходимые измерения и испытания ;</p> <p>определять целость отдельных деталей и сборочных единиц, состояние рабочих поверхностей для установления объема необходимого ремонта;</p>	<p>Точность определения технического состояния деталей, узлов и механизмов, оборудования;</p> <p>Точность проведения визуального осмотра узлов и деталей машины, необходимых измерений и испытаний ;</p> <p>Точность определения целости отдельных деталей и сборочных единиц, состояния рабочих поверхностей для установления объема необходимого ремонта;</p>	<p><i>практические задания, экзамен, тестирование, собеседование</i></p>	<p><i>мастерская, участие предприятия</i></p>	<p>ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3 ПК 2.4.</p>

<p>выбирать ручной и механизированный инструмент, контрольно-измерительные приборы для проведения ремонтных работ;</p> <p>производить разборку и сборку сборочных единиц сложных узлов и механизмов промышленного оборудования;</p> <p>оформлять техническую документацию на ремонтные работы при техническом обслуживании;</p> <p>составлять дефектные ведомости на ремонт сложного оборудования;</p> <p>производить замену сложных узлов и механизмов;</p>	<p>Правильность выбора ручного и механизированного инструмента, контрольно-измерительных приборов для проведения ремонтных работ;</p> <p>Правильность проведения разборки и сборки сборочных единиц сложных узлов и механизмов промышленного оборудования;</p> <p>Правильность оформления технической документации на ремонтные работы при техническом обслуживании;</p> <p>Правильность составления дефектных ведомостей на ремонт сложного оборудования;</p> <p>Способность производить замену сложных узлов и механизмов;</p>	<p><i>практические задания, экзамен, тестирование, собеседование</i></p>	<p><i>мастерская, участие предприятия</i></p>	<p>ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3 ПК 2.4.</p>
<p>подбирать и проверять пригодность приспособления, средства индивидуальной защиты, инструмент, инвентаря;</p> <p>производить наладочные, крепежные, регулировочные работы;</p> <p>осуществлять замер и</p>	<p>Умение подбирать и проверять пригодность приспособления, средства индивидуальной защиты, инструмент, инвентаря;</p> <p>Правильность выполнения наладочных, крепежных, регулировочных работ;</p> <p>Правильное осуществление замера и регулировки зазоров, регламентируемых технической документацией</p>	<p><i>практические задания, экзамен, тестирование, собеседование</i></p>	<p><i>мастерская, участие предприятия</i></p>	<p>ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 2.3 ПК 2.4.</p>

регулировку зазоров, регламентируемых технической документацией изготовителя  контролировать качество выполняемых работ;	изготовителя  Точность контроля качества выполняемых работ;			
--	---	--	--	--

## **2. ОЦЕНОЧНЫЕ (КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ) МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ промежуточной аттестации**

### **2.1. Оценочные (контрольно-измерительные) материалы для теоретического этапа промежуточной аттестации**

*Типовое задание по МДК 02.01. Техническое обслуживание промышленного оборудования*

<i>Задания №</i>	
<i>Проверяемые знания, умения</i>	<i>Критерии оценки</i>
<i>Условия выполнения задания</i>	
<i>1. Максимальное время выполнения заданий_30 мин.</i>	
<i><u>Задания с выбором ответа</u></i>	
1. Как называется система твердых тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел?	
а. Машина	
б. Аппарат	
в. Механизм	
г. Оборудование	
2. Свойство изделия, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособности путем технического обслуживания и ремонта, называется:	
а. Надежность	
б. Ремонтопригодность	
в. Безотказность	
г. Долговечность	
3. Как называется дефект, вызванный отсутствием атома в узле кристаллической решетки?	

- а. Дислокация
- б. Пора
- в. Вакансия;
- г. Межузельный атом

Задания на установление последовательности

1. Укажите правильную последовательность действий при измерении образца штангенциркулем:
  - а. По шкале штанги отсчитать количество целых миллиметров
  - б. Проверить штангенциркуль на точность
  - в. По шкале нониуса определить доли миллиметра
  - г. Приложить неподвижную губку штангенциркуля к краю измеряемой поверхности
2. Укажите порядок проведения измерений с использованием индикатора часового типа:
  - а. Поднятие измерительного стержня при помощи «ушка», расположенного вверху ИЧТ с одновременным извлечением эталонной детали из под индикатора часового типа.
  - б. Установка циферблата на «ноль»: перед проведением измерений, необходимо установить нулевое, исходное значение, используя эталон.
  - в. Помещение измеряемой детали между основанием штатива и измерительной головкой ( твердосплавным шариком или наконечником) индикатора часового типа.
  - г. Снятие показаний отклонения размеров измеряемой детали (насколько, в сотых долях миллиметра отличается) от эталонной детали по циферблату ИЧТ.
  - д. Опускание измерительного стержня
3. Установите иерархию эталонов от более точных к менее точным:
  - а. Первичный
  - б. Рабочий эталон первого разряда
  - в. Рабочий

г. Вторичный

Рабочие средства измерений

Задания на установление соответствия

Установите соответствие между видом инструктажа по охране труда и временем его проведения:

1	Вводный инструктаж	А	Перед первым допуском к работе
2	Первичный инструктаж	Б	Не реже одного раза в полгода
3	Повторный инструктаж	В	При выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности
4	Целевой инструктаж	Г	При поступлении на работу

Установите соответствие между видом огнетушителя и областью его применения:

1	ОХП-10	А	Для тушения твердых веществ и материалов, легковоспламеняющихся жидкостей,
2	ОВП-10	Б	Кроме щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха, спиртов, электрооборудования, находящегося под напряжением, с дальностью струи 3 м.
3	ОУ-2	В	Для тушения твердых веществ и материалов, легковоспламеняющихся жидкостей,
4	ОП -5	Г	Кроме щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха, спиртов, электрооборудования, находящегося под напряжением, с дальностью струи 4-5 м.

Запишите ответ:

1	2	3	4
---	---	---	---

--	--	--	--

Задания с открытым ответом

4. \_\_\_\_\_ - это совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу ФВ, обеспечивающих нахождение соотношения измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.
  
5. \_\_\_\_\_ - это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой физической величины.
  
6. \_\_\_\_\_ - область значений величины, в пределах которой нормированы допустимые пределы погрешности средства измерений.
  
7. Объектом измерений в метрологии является \_\_\_\_\_ величина.

Невозможно устранить \_\_\_\_\_ погрешность.

Критерии оценки

*Приводятся типовые задания по общепрофессиональным и естественнонаучным дисциплинам и МДК, выявленным в структуре примерной программы по одному варианту на каждый элемент программы*

**2.2. Оценочные (контрольно-измерительные) материалы для практического этапа промежуточной и/или государственной (итоговой) аттестации**

**2.2.1. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ В РЕАЛЬНЫХ ИЛИ МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ по ПМ (профессии/специальности)**

*Типовое задание: разработать технологическую схему смазки оборудования (узла)*

*Обобщенная формулировка задания, на базе которого могут разрабатываться варианты путем видоизменения предмета, материалов, технологий и прочих условий задачи*

<i>Предмет оценки</i>	<i>Критерии оценки</i>
Обозначение деталей и узлов оборудования	Верно обозначены детали и узлы оборудования
Проведение регламентных работ по	Верно выполнен подбор необходимых смазочных

техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя	материалов справочным данным
Умение оформлять техническую документацию на ремонтные работы при техническом обслуживании	Верно разработана технологическая схема смазки оборудования
<p><i>Условия выполнения задания</i></p> <p>1. Место (время) выполнения задания 60 мин.</p> <p>2. Максимальное время выполнения задания: 60 мин.</p> <p>3. Вы можете воспользоваться (указать используемое оборудование (инвентарь), расходные материалы, литературу и другие источники, информационно-коммуникационные технологии и проч.)</p>	

### 2.2.2. **ЭКСПЕРТНЫЕ ЛИСТЫ ЭКЗАМЕНАТОРОВ**

Критерии оценки выполнения практического задания

<i>Критерий оценки</i>	<i>Отметка о выполнении</i>
<p><i>Общее количество выполненных критериев</i> _____</p> <p><i>Оценка выполнения задания</i> _____</p>	

Критерии оценки выполнения теоретического задания

