

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,  
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е. И. Луковникова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПТ СДМиО**

**Б1.В.ДВ.07.02**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и  
оборудование**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Лабораторные работы.....	6
4.4 Практические занятия.....	6
4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа.....	7
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>10</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>12</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий.....	12
9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы .....	44
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>45</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>45</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>47</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>51</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>52</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

- осуществление информационного поиска по технической диагностике ПТ СДМиО;
- участие в составе коллектива исполнителей в разработке технических условий на проектирование и техническое описание ПТ СДМиО;
- участие в составе коллектива исполнителей в проектировании и технической диагностике ПТ СДМиО.

## Задачи дисциплины

- дать общие сведения об основных тенденциях и направлениях в развитии оборудования, используемых на предприятиях строительного комплекса;
- дать общие сведения об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области строительной индустрии.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	<b>знать:</b> -методики исследования ПТ СДМиО; <b>уметь:</b> -проводить исследования конструкций ПТ СДМиО; <b>владеть:</b> -методиками исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем;
ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<b>знать:</b> -основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; <b>уметь:</b> -разрабатывать основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; <b>владеть:</b> -навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Техническая диагностика ПТ СДМиО относится к элективной части.

Дисциплина Техническая диагностика ПТ СДМиО базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Гидравлика и гидропневмопривод, Грузоподъемные машины.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин Техническая диагностика ПТ СДМиО представляет основу для преддипломной практики и подготовки к государственной итоговой аттестации.

для изучения дисциплин: Машины для земляных работ, Технология производства и ремонт ПТ СДМ

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная	5	-	180	40	12	14	14	131	КР	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по курсам, час
			5
1	2	3	4
И. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	40	6	40
Лекции (Лк)	12	4	12
Практические занятия	14	1	14

Лабораторные работы	14	1	14
Курсовая работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	131	-	131
Подготовка к практическим занятиям	40	-	40
Подготовка к лабораторным работам	40		40
Подготовка к экзамену в течение семестра	17	-	17
Выполнение курсовой работы	34	-	34
<b>III. Промежуточная аттестация экзамен</b>	9	-	9
Общая трудоемкость дисциплины ..... час. зач. ед.	180	-	180
	5	-	5

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	
1.	Основы теории технической диагностики	50	4	-	6	40
2.	Методы измерения диагностических параметров	58	4	14	-	40
3.	Технические средства диагностирования	63	4	-	8	51
	<b>ИТОГО</b>	<b>171</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>131</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Основы теории технической диагностики	Основные понятия и определения. Техническая диагностика и прогнозирование. Связь технической диагностики с надежностью и качеством.	Лекция-диспут (1 час.)

		Тестовое диагностирование. Функциональное диагностирование. Этапы проектирования. Глубина поиска дефектов и достоверного диагностирования. Алгоритмы функционирования технических средств диагностирования. Структура технических средств диагностирования.	
2.	Методы измерения диагностических параметров	Параметры диагностирования. Размеры и расположение объектов. Влажность, вязкость, плотность и структура материала. Вибрация, шум и удар. Дефектоскопия и интроскопия.	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)
3.	Технические средства диагностирования	Техническая диагностирование ДВС, гидропривода, ходового оборудования, рабочих органов и систем управления машин. Основные виды испытаний.	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)

#### 4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Диагностирование объектов ПТ СДМиО	3	-
2	2.	Определение остаточного ресурса двигателя	4	-
3	2.	Диагностирование трансмиссии ПТ СДМиО	4	-
4	2.	Диагностирование гидропривода ПТ СДМиО	3	исследовательская деятельность (1 час.)
<b>ИТОГО</b>			<b>14</b>	<b>1</b>

#### 4.4. Практические занятия.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Определение остаточного ресурса ПТ СДМиО	6	-
2	3.	Организация диагностирования ПТ СДМиО	8	исследовательская деятельность (1 час.)
<b>ИТОГО</b>			<b>14</b>	<b>1</b>

#### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа.

Цель: углубление и расширение познаний студентов в области строительной индустрии, научить их правильно принимать инженерные решения, обоснованные расчетами, а также научить пользоваться соответствующей научно-технической литературой, подготовить студента к выполнению выпускной квалификационной работы.

Структура.

Отчёт по курсовой работе должен иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание на отдельном листе;
- содержание;
- список использованных сокращений и обозначений;
- введение [1-2 стр.];
- основная часть;
- заключение [1 стр.];
- список использованных источников.

Основная тематика. Организация проведения технического обслуживания и ремонта конкретной ПТСДМ (согласно варианту).

Обучающийся может предложить свою тему курсовой работы, но обосновав при этом целесообразность ее разработки.

Рекомендуемый объем. Оформление курсовой работы: объем отчёта должен составлять 20-30 страниц печатного текста. Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титульном) листе номер не ставится.

Выдача задания, прием и защита КР проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки курсовой работы
отлично	Обучающийся продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков: умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
хорошо	При защите курсовой работы обучающийся допустил небольшие пробелы, не искавшие логического и информационного содержания ответа: один-два недочета при освещении основного содержания, исправленные по замечанию преподавателя; при ответе на дополнительные вопросы допущено не более 2-3 ошибок. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
удовлетворительно	Содержание материала раскрыто не полностью, но показано общее понимание темы курсовой работы, продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, обучающийся продемонстрировал затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при проверке знаний теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и

	навыков. При оформлении курсовой работы допущены ошибки.
неудовлетворительно	Не раскрыто основное содержание курсовой работы , обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала. При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения курсовой работы



**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК</i>	<i>ОПК</i>				
			<i>4</i>	<i>2</i>				
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>1.</b> Основы теории технической диагностики		<b>50</b>	+	+	2	25	Лк, ПЗ, СР	экзамен, КР
<b>2.</b> Методы измерения диагностических параметров		<b>58</b>	+	+	2	29	Лк, ЛР, СР	экзамен, КР
<b>3.</b> Технические средства диагностирования		<b>63</b>	+	+	2	31,5	Лк, ПЗ, СР	экзамен, КР
<i>всего часов</i>		<b>171</b>	<b>85,5</b>	<b>85,5</b>	<b>2</b>	<b>85,5</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Кобзов, Д.Ю., Строительные машины и оборудование. Методические указания для самостоятельной работы студентов / Д.Ю. Кобзов, В.В. Жмуров, С.А. Черезов. – Братск: ФГОУ ВПО «БрГУ». – 2014.-15 с.
2. Диагностирование гидроцилиндров подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин по параметрам несущей способности : методические указания / Д. Ю. Кобзов [и др.]. - Братск : БрГУ, 2009. - 24 с.
3. Проверка технического состояния аккумуляторных батарей: Методические указания к лабораторной работе и практическим занятиям / В.П. Баторшин, В.А. Егоров, Д.Ю. Кобзов, А.Ю. Кулаков, С.А. Черезов. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2005.-12 с.
4. Диагностирование автотракторных генераторов и реле-регуляторов: Методические указания к лабораторной работе и практическим занятиям / В.П. Баторшин, Д.Ю. Кобзов, А.Ю. Кулаков, В.А. Егоров. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2005. - 17 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания (автор, заглавие, выходные данные)	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
<b>Основная литература</b>				
1.	Леонова, О.В. Надёжность механических систем : учебное пособие / О.В. Леонова. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2014. - 179 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429858">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429858</a>	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	ЭР	1
2.	Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование. [Электронный ресурс] / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2781">http://e.lanbook.com/book/2781</a>	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	ЭР	1
3.	Глаголев, С.Н. Строительные машины, механизмы и оборудование : учебное пособие / С.Н. Глаголев. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 396 с. - ISBN 978-5-4458-5282-7 ; То же [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=235423">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=235423</a>	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	ЭР	1
4.	Рогожкин, В.М. Эксплуатация машин в строительстве. В.3 ч. Ч.1-3 : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" направления подготовки "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" / В. М. Рогожкин. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - ISBN 978-5-94178-117-1. Ч. 1 : Основы эффективной эксплуатации машин. - 2016. - 288 с.	КР СР	9	1

5.	Компьютерная графика в САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ А.В. Приемышев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 196 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90060">http://e.lanbook.com/book/90060</a>	КР СР	ЭР	1
6.	Крестин, Е.А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Е.А. Крестин, И.Е. Крестин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург.: Лань, 2018. — 320 с. — Режим доступа <a href="http://e.lanbook.com/book/98240">http://e.lanbook.com/book/98240</a>	КР СР	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
7.	Леонова, О.В. Надёжность механических систем : методические рекомендации / О.В. Леонова ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015. - 62 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429857">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429857</a>	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	ЭР	1
8.	Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин : учебник / А. В. Рубайлов, Ф. Ю. Керимов, В. Я. Дворковой и др.; Под ред. Е. С. Локшина. - Москва : Академия, 2007. - 512 с.	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	30	1
9.	Волков, Д. П. Строительные машины : учебное пособие / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : АСВ, 2002. - 376 с.	Лк, КР, СР	24	1
10.	Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование: учебное пособие. / В.П. Сергеев. - М.; Высшая школа, 1987. - 375с.	Лк, ЛР, ПЗ, СР	77	1
11.	Строительные машины. Справочник. Под общей редакцией В.А. Баумана и Ф.А. Лапира. М.; М.; Машиностроение. Т. I (для I части курса). 1976. -480с., Т II (для II части курса). 1977. - 496с.	Лк, СР	12	1

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Работа на лекциях: ведение конспекта лекционного материала для успешного использования его при подготовке к экзамену, закрепления и расширения теоретических знаний. После проработки лекционного материала обучающийся должен четко владеть следующими аспектами по каждой лекции:

- знать тему;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделять основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций.

Самостоятельная работа выполняет функцию закрепления, повторения изученного материала. Выполнение самостоятельной работы способствует углублению знаний и более успешному формированию умений и навыков, связанных с изучением конкретных тем.

Характер самостоятельной работы: решение задач, которые выполняются по заданию и при методическом руководстве преподавателя, а также без его непосредственного участия. Правильное выполнение заданий по самостоятельной работе развивает способности самостоятельно работать с информацией, используя учебную и научную литературу. Самостоятельная работа дисциплинирует обучающихся, развивает произвольное внимание и совершенствует навыки целесообразного восприятия.

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ и практических занятий.**

Лабораторные работы выполняются группами из 2-3 человек.

Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Принципиальная схема работы лабораторной установки.
4. Поэтапное выполнение задания.
5. Заключение.

#### **Лабораторная работа №1**

Тема: Диагностирование объектов ПТ СДМиО

Цель работы: Диагностирование объектов ПТ СДМиО

Задание: По заданным характеристикам произвести оценку технического состояния ПТ СДМиО.

Параметры диагностирования машины в целом (тяговая мощность, усилие на рабочем органе, топливная экономичность, мощность механических потерь, суммарный зазор в элементах трансмиссии, продолжительность рабочих операций, содержание токсичных компонентов в отработанном газе) отражают ее эксплуатационные свойства.

Оценка технического состояния машины осуществляется тремя способами: тормозным, бестормозным и комбинированным.

*Тормозной способ* основан на применении нагрузочных устройств, где имитируется работа машины в различных режимах. Как правило, этот метод применяют на стационарных тормозных стендах. На этих стендах создаются нагрузочные и скоростные режимы для землеройно-транспортных и транспортных машин. Здесь проверяются мощностные и топливно-экономические показатели, техническое состояние трансмиссии, двигателя и тормозов. Для диагностирования грузоподъемных и землеройных машин широко применяются гидравлические нагружающие устройства, особенностью которых является приложение нагрузки к исполнительным органам. Параметры диагностирования определяются при максимальных скоростных и нагрузочных режимах, позволяющих наиболее эффективно выявлять неисправность.

Широкое распространение получил бестормозной способ диагностирования, когда с помощью переносных приборов оценка работоспособности машин производится по

выходным параметрам агрегатов и систем: мощности двигателя, расходу топлива, суммарному угловому зазору трансмиссии, расходу жидкости при рабочем давлении после распределителя гидросистемы, продолжительности выполнения рабочих операций исполнительными органами, свободному ходу и усилию на органах управления машиной.

*Бестормозной метод* оценки мощности двигателя может применяться при установившемся и неуставившемся режимах. Мощность двигателя при установившемся режиме

определяется по методу профессора Н.С. Ждановско-го, когда в качестве нагрузки на рабочий цилиндр используются механические потери выключенных цилиндров. При этом двигатель работает в режиме полной цикловой подачи топлива на одном цилиндре, а подача топлива в остальные цилиндры прекращается. Мощность работающих цилиндров определяется по частоте вращения коленчатого вала. Для четырехцилиндрового дизеля при номинальной частоте вращения мощность определяется по формуле

$$N_e = N_{e\text{ном}} - A(n_{1\text{ном}} - n_{1\text{ср}}),$$

где  $N_{e\text{ном}}$  — эффективная мощность при номинальной частоте вращения нового двигателя;  $A$  — коэффициент пропорциональности, постоянная величина для конкретного двигателя;  $n_{1\text{ном}}$  — номинальная частота вращения коленчатого вала при работе на одном цилиндре;  $n_{1\text{ср}}$  — средняя частота вращения коленчатого вала, определяемая по фактической частоте вращения при работе на каждом цилиндре.

При бестормозном методе возможно применение догрузочных устройств через гидравлические системы машины для обеспечения плавной регулировки сопротивлений.

При неуставившемся режиме мощность двигателя определяется по его разгонной характеристике без нагрузки при подаче топлива от минимально устойчивой частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу до максимальной. Нагрузка двигателя осуществляется силами инерции движущихся масс. Это позволяет определять мощность двигателя по угловому ускорению коленчатого вала:

$$N_e = 10^{-2} I n \frac{dn}{dt},$$

где  $I$  — момент сопротивления вращению масс двигателя, приведенный к оси коленчатого вала, Н • м;  $n$  — угловая скорость коленчатого вала, рад/с;

$\frac{dn}{dt}$  — угловое ускорение коленчатого вала, рад/с<sup>2</sup>.

На этом принципе основан прибор ИМД-Ц, разработанный в Сибирском институте механизации сельского хозяйства. Оценка мощности с помощью этого прибора нетрудоемка и универсальна (может применяться для разных марок двигателя независимо от числа цилиндров), но он обеспечивает относительно низкую точность измерений и требует нормального теплового режима.

*Комбинированный способ* оценки технического состояния машины основывается на тормозных испытаниях двигателя с последовательным отключением цилиндров. При этом работающие цилиндры нагружаются частично тормозными устройствами и частично неработающими цилиндрами. Этот метод позволяет испытывать двигатели мощных машин с помощью маломощных тормозных стендов или других нагрузочных устройств. Разновидности комбинированного метода — парциальный и дифференциальный методы. При парциальном способе отключается часть цилиндров с полной цикловой подачей топлива в рабочие цилиндры. При совмещении работы половины работающих цилиндров с нагрузкой тормозного стенда мощность определяется по формуле

$$N_e = \frac{(P_1 + P_2)n}{1000\eta_{\text{тр}}(1 - \delta)},$$

где  $P_1, P_2$  — показания тормозного устройства при работе половины цилиндров;  $n$  — частота вращения коленчатого вала;  $\eta_{\text{тр}}$  — коэффициент полезного действия трансмиссии;

$\delta$  — степень загрузки двигателя включением цилиндров:  $\delta = (n_x - n_{\phi}) / (n_x - n_{\text{ном}})$ ,  $n_x, n_{\text{ном}}, n_{\phi}$  —

частота вращения коленчатого вала соответственно на холостом ходу, номинальная и фактическая при выключении цилиндров.

Дифференциальный способ основан на нагружении каждого проверяемого цилиндра. Он позволяет применять тормозные стенды мощностью, не превышающей 25 % мощности испытываемого двигателя. При определении мощности двигателя с использованием стендов одновременно определяют с помощью прибора КИ-8910А расход топлива. Часовой расход топлива не должен превышать номинальное значение более чем на 10 %.

Одним из важных параметров оценки двигателя является концентрация токсичных элементов в выхлопных газах. Особое внимание уделяется наличию оксидов углерода, азота, серы.

В настоящее время действует комплекс стандартов на токсичность отработанных газов (ОГ) двигателей. Проверка в эксплуатации для машин с исправным двигателем осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87. На неподвижном автомобиле с прогретым двигателем проверяется содержание оксида углерода (СО) и углеводородов (СН) в ОГ. Предельно допустимое содержание СО и СН приведено в табл. 1

Таблица 1

**Предельно допустимое содержание СО и СН по ГОСТ 17.2.2.03-87 для автомобилей с каталитическими нейтрализаторами**

вращения, мин <sup>-1</sup>	Предельно допустимая объемная доля содержания оксида углерода, %	Предельно допустимое	
		Число цилиндров	
		до 4 вкл.	более 4
800 ± 50	Значение, указанное заводом-изготовителем, но не более 1 %	400 200	600
3000 ± 100	Значение, указанное заводом-изготовителем, но не более 0,7 %		300

Значения минимальной и максимальной частоты вращения двигателя указываются в технической документации на новый автомобиль.

При работе дизельных двигателей происходит сравнительно большой выброс сажи из-за особенностей смесеобразования и сгорания топлива. С другой стороны, испаряемость дизельного топлива на порядок ниже, чем у бензина. Поэтому проверка работоспособности двигателя по составу ОГ осуществляется на дымность в соответствии с ГОСТ 21393-75. Дымомер работает по методу просвечивания столба ОГ определенной длины. Нормируемым показателем дымности является натуральный показатель ослабления светового потока  $K, м^{-1}$  или коэффициент ослабления светового потока  $N, %$ . Натуральный показатель ослабления светового потока  $K, м^{-1}$  — величина, обратная толщине слоя ОГ, определяется по основной шкале дымомера. Коэффициент ослабления светового потока  $N, %$  характеризует степень ослабления светового пото-

ка вследствие поглощения и рассеивания света ОГ при прохождении ими рабочей трубы дымомера с эффективной базой 0,43 м. Контроль дымности определяется без нагрузки на режиме свободного ускорения, а также при максимальной частоте вращения. Измерение на режиме свободного ускорения производится не менее чем при шестикратном повторении числа изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя от минимальной до максимальной с интервалом не более 15 с. Засчитывают среднее арифметическое из четырех последовательно возрастающих значений, располагающихся в зоне шириной  $0,25 м^{-1}$  по шкале К. После испытаний на режиме свободного ускорения с интервалом не более 60 с производится измерение дымности ОГ на режиме максимальной частоты вращения. Измерение считают достоверным, если через 10 с после впуска ОГ в прибор значения дымности расположены в зоне шириной не более 6 % по дополнительной шкале. Предельно допустимые показатели дымности дизельных двигателей приведены в табл. 2.

**Предельно допустимые показатели дымности дизельных двигателей для эффективной базы дымомера 0,43м.**

Режимы измерения дымности	Предельно допустимые значения показателя $K_{доп}, м^{-1}$	Предельно допустимые значения показателя $N_{доп}, \%$	
Свободное ускорение КВ ДВС	С наддувом	1,2	40
	Без наддува	1,6	50
Максимальная частота вращения КВ при холодном ходе	0,4	15	

При оценке работоспособности двигателя в целом учитывают легкость его запуска, устойчивую работу под нагрузкой и цвет выхлопных газов.

Легкость запуска двигателя обеспечивается наличием высокого качества топлива, герметичностью топливной системы, достаточной частотой вращения коленчатого вала, беспрепятственным поступлением воздуха в цилиндр, оптимальным углом опережения впрыска топлива и исправностью пускового устройства.

При оценке работоспособности топливной системы дизельного двигателя первоначально проверяется наличие топлива, соответствующего условиям эксплуатации, особенно температуре окружающей среды. Если топливо не соответствует температурным условиям, то оно в холодную погоду загустевает и прекращается его подача к насосу. Необходимо также учитывать, что в топливе всегда находится вода в растворенном состоянии и ее концентрация уменьшается при понижении температуры, т.е. вода выделяется из топлива и может вымерзнуть, перекрыв подачу топлива.

В дизельных двигателях с электрогидравлическим инжектором в топливо может попадать моторное масло через уплотнительное кольцо, что приводит к снижению давления впрыска и загрязнению топливного фильтра. При разгерметизации топливной системы (в топливе имеется воздух) запустить двигатель практически невозможно. В этом случае систему необходимо прокачать ручным насосом до исчезновения пузырьков воздуха.

Система очистки воздуха проверяется первоначально внешним осмотром на наличие повреждений и разгерметизации. Поступление нефилтрованного воздуха в цилиндры недопустимо.

Окончательная проверка системы очистки воздуха осуществляется вакуумметром при вращении коленчатого вала стартером. В современных двигателях на воздухоочистителе устанавливается индикатор, указывающий на снижение разрежения и необходимость замены фильтра. Для обеспечения легкого запуска частота вращения коленчатого вала дизельных двигателей должна находиться в пределах: летом — не ниже  $2 с^{-1}$ , а зимой —  $3 с^{-1}$ . Легкий запуск двигателя, особенно при отрицательных температурах, обеспечивается неразрывностью цепи свеч накаливания пусковых устройств.

В современных дизельных двигателях устанавливается система его защиты, позволяющая исключить запуск при отсутствии необходимого уровня охлаждающей жидкости или (и) масла в системах, что обязывает оператора делать предварительные проверки перед его пуском.

Оценка состояния двигателя по дымности выхлопа производится после его прогрева. В этом случае при положительной температуре окружающей среды в исправном двигателе отработавшие газы бесцветны. Если в процессе эксплуатации машины выхлопные газы приобретают черный (темно-бурый), голубой или белый цвет, то необходимо провести поиск неисправности.

Черный или темно-бурый выхлоп указывает на неполное сгорание топлива из-за следующих неисправностей: низкое качество распыла топлива форсунками; нарушено поступление воздуха в цилиндр (загрязнение фильтра); передозировка топлива в нагнетательных секциях насоса высокого давления; неправильно установлен угол опережения впрыска; износ цилиндропоршневой группы; занижен зазор в сопряжении

впускного клапана с гнездом из-за износа кулачков распределительного вала или завышенных зазоров клапанного механизма.

Белый цвет выхлопных газов при рабочей температуре двигателя и положительной температуре окружающей среды указывает на попадание воды в цилиндры из системы охлаждения через прокладку головки блока. При отрицательных температурах белый цвет является следствием конденсации водяных паров, находящихся в выхлопных газах.

Голубой цвет выхлопных газов указывает на присутствие в камере сгорания масла, которое поступает вместе с загрязненным топливом или из системы смазки через уплотнения клапанов и (или) через сопряжение «цилиндр — поршневые кольца» при значительном изнашивании маслосъемных колец.

При предельных значениях контролируемых параметров, оценивающих работоспособность двигателя в целом и неустойчивой работы под нагрузкой, производится диагностирование его систем.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие методы диагностирования машин вы знаете?
2. Как производится прогнозирование остаточного ресурса диагностируемого объекта?

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5,10] из раздела 7.

### **Лабораторная работа №2**

Тема: Определение остаточного ресурса двигателя.

Цель работы: Изучение параметров, характеризующих техническое состояние двигателя, определение остаточного ресурса двигателя СДМ.

Задание: Используя исходные данные определить остаточный ресурс двигателя.

На СДМ, как правило, устанавливаются дизельные двигатели, неисправности которых могут быть вызваны неисправностями топливной аппаратуры (до 40 % отказов).

Топливная аппаратура должна обеспечивать минимальный расход топлива при допустимых значениях выброса токсичных компонентов с отработавшими газами и уровнем шума. Эта задача решается оптимизацией начала впрыска, цикловой подачи и качеством распыла топлива в зависимости от загрузки двигателя и условий его работы.

В настоящее время все более широкое распространение получили системы электронного управления работой дизельного двигателя, которые обеспечивают соответствие его самым жестким требованиям по токсичности отработавших газов при минимальном расходе топлива.

Основными параметрами, характеризующими техническое состояние топливной аппаратуры с механической системой управления подачи топлива (рис. 1), являются: давление впрыска и качество распыливания топлива форсунками, производительность подкачивающего насоса и элементов топливного насоса высокого давления, износ плунжерных пар и клапанов, угол опережения подачи топлива, состояние фильтров грубой и тонкой очистки. Проверке в первую очередь подвергают фильтр тонкой очистки, перепускной клапан и подкачивающий насос, содержание углеводородов в отработавших газах. Давление перед фильтром должно быть не менее 0,09 МПа, а после фильтра — в пределах 0,06-0,08 МПа.

Одной из главных причин отказов топливной системы является неисправность форсунок. При диагностировании двигателя применяют два варианта проверки технического состояния форсунок: со снятием с двигателя и без снятия с использованием приспособления, которое позволяет определять давление и качество распыливания топлива форсункой. Для разных двигателей давление срабатывания равно 13-21 МПа. Качество распыливания определяется стетоскопом при нагнетании топлива в форсунку приспособлением. Впрыск сопровождается четким характерным звуком удара иглы форсунки в седле. Проверяют также герметичность форсунки. Снижение давления с 28



до 23 МПа должно продолжаться не менее 5 с. Для проверки работоспособности форсунок применяют также максиметры.

При проверке работоспособности топливного насоса давление, развиваемое каждой плунжерной парой, должно быть не менее 30 МПа. Если оно меньше, то насос отправляется в ремонт. Герметичность нагнетательного клапана проверяется при давлении 15 МПа, по достижении которого отключают подачу топлива. Если время падения давления до 10 МПа не более 10 с, то насос отправляется в ремонт.

Неравномерность нагружения цилиндров проверяется при поочередно их отключении. Она определяется по формуле

$$H = 200 (n_{\max} - n_{\min}) / (n_{\max} + n_{\min}),$$

где  $n$  — частота вращения вала. Допускается неравномерность нагружения цилиндров не более 15 %.

При диагностировании топливной системы проверяется угол опережения: подачи топлива, который оказывает влияние на полноту и качество сгорания топлива.

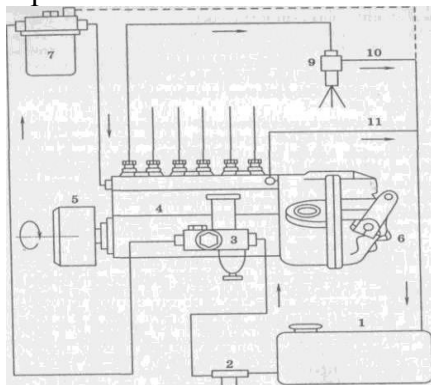


Рис. 1- Топливная система с механическим управлением подачи топлива:

1 — топливный бак; 2 — фильтр грубой очистки; 3 — топливоподкачивающий насос; 4 - топливный насос высокого давления; 5 — муфта опережения угла впрыскивания; 6 - регулятор; 7 — фильтр тонкой очистки; 8 — перепускной клапан; 9 — форсунка; 10 — линия возврата топлива; 11 — линия избыточного потока топлива

Диагностирование топливной системы дизельных двигателей с электронной системой управления подачи топлива рассмотрим на примере аккумуляторной системы с электрогидравлическим инжектором (насос-форсункой), позволяющим повысить давление впрыска до 200 МПа для перспективных моделей. Причем топливо постоянно поступает к инжектору при малом давлении (0,25 МПа).

Как правило, электрогидравлический инжектор имеет топливную и масляную секции, разделенные между собой в головке блока цилиндров при помощи уплотнительных колен (рис. 2).

Уровень масла в картере двигателя всегда должен находиться у верхней метки указателя. Интенсивность изменения уровня масла во многом зависит от технического состояния двигателя. Расход масла не должен быть более 3,5 % израсходованного топлива для карбюраторных двигателей и 5 % для дизельных. При проверке уровня масла необходимо обращать внимание и на качество масла. Основное внимание при этом уделяют его прозрачности и отсутствию капель охлаждающей жидкости. Объективно качество масла оценивают методом спектрального анализа, когда пробу масла сжигают в высокотемпературном пламени и с помощью спектрографа регистрируют продукты износа. Полученные результаты подвергают качественному и количественному анализу.

### Пример 1

При диагностировании двигателя ЯМЗ-238НБ с наработкой с начала эксплуатации 5000 моточасов были получены следующие значения контролируемых параметров: максимальный зазор в шатунных подшипниках — 0,31 мм; расход картерных газов — 130 л/мин; угар масла — 0,50 кг/м-ч. Определить остаточный ресурс двигателя при условии, что ремонт его не производился и данные по замеру контролируемых параметров при предшествующих замерах отсутствуют.

**Р е ш е н и е .** В рассматриваемом случае остаточный ресурс двигателя ЯМЗ-238НБ определяется по формуле (11.1) с учетом трех параметров и средних значений  $a$ . Номинальные и предельные значения контролируемых параметров принимаем по табл. 11.5.

Определяем приращение параметров и остаточный ресурс.

Для шатунных подшипников:

$$\Delta I_i = 0,31 - 0,12 = 0,18 \text{ (мм)},$$

$$\Delta I_{\text{пр}} = 0,50 - 0,12 = 0,38 \text{ (мм)},$$

$$t_{\text{ост}} = 5000 \left( \frac{0,38^{1/1,5}}{0,19^{1/1,5}} - 1 \right) = 3400 \text{ (моточасов)}.$$

Для расхода картерных газов:

$$\Delta I_i = 130 - 80 = 50 \text{ (л/мин)},$$

$$\Delta I_{\text{пр}} = 180 - 80 = 100 \text{ (л/мин)},$$

$$t_{\text{ост}} = 5000 \left( \frac{100^{1/1,3}}{50^{1/1,3}} - 1 \right) = 6000 \text{ (моточасов)}.$$

Для расхода масла на угар:

$$\Delta I_i = 0,50 - 0,25 = 0,25 \text{ (кг/ч)},$$

$$\Delta I_{\text{пр}} = 0,75 - 0,25 = 0,5 \text{ (кг/ч)},$$

$$t_{\text{ост}} = 5000 \left( \frac{0,5^{1/1,2}}{50^{1/1,2}} - 1 \right) = 2000 \text{ (моточасов)}.$$

Остаточный ресурс двигателя принимаем по предельному расходу масла на угар.

Локализацию конкретных неисправностей при оценке работоспособности двигателя можно осуществить через диагностическую матрицу (рис. 3).

Диагностирование работающего двигателя в целом производится по эффективной мощности, удельному расходу топлива, составу выхлопных газов и акустическим признакам. При допустимых значениях контролируемых параметров прогнозируется работоспособность двигателя на объекте и соответственно при предельных или при значениях остаточного ресурса менее наработки до первого технического обслуживания диагностируются его системы.

Наибольшее количество возможных неисправностей связано с топливной аппаратурой, о чем свидетельствует диагностическая матрица. Последовательность выполняемых операций при оценке технического состояния топливной аппаратуры дизельного двигателя при его трудном запуске: проверка состава и объема топлива; прокачка топливной системы, удаление воздуха; проверка давления, развиваемого топливным насосом высокого давления, и давления впрыска топлива; оценка степени загрязненности воздушного фильтра; проверка угла опережения впрыска.

При допустимых значениях параметров, оценивающих техническое состояние топливной аппаратуры, и трудном запуске двигателя проверяется герметичность цилиндра по давлению сжатия. При его значениях ниже допустимых пределов проверяются цилиндропоршневая группа и газораспределительный механизм по дополнительным параметрам, оценивающим техническое состояние этих систем. Трудность запуска также связано из-за заниженной частоты вращения коленчатого вала двигателя.

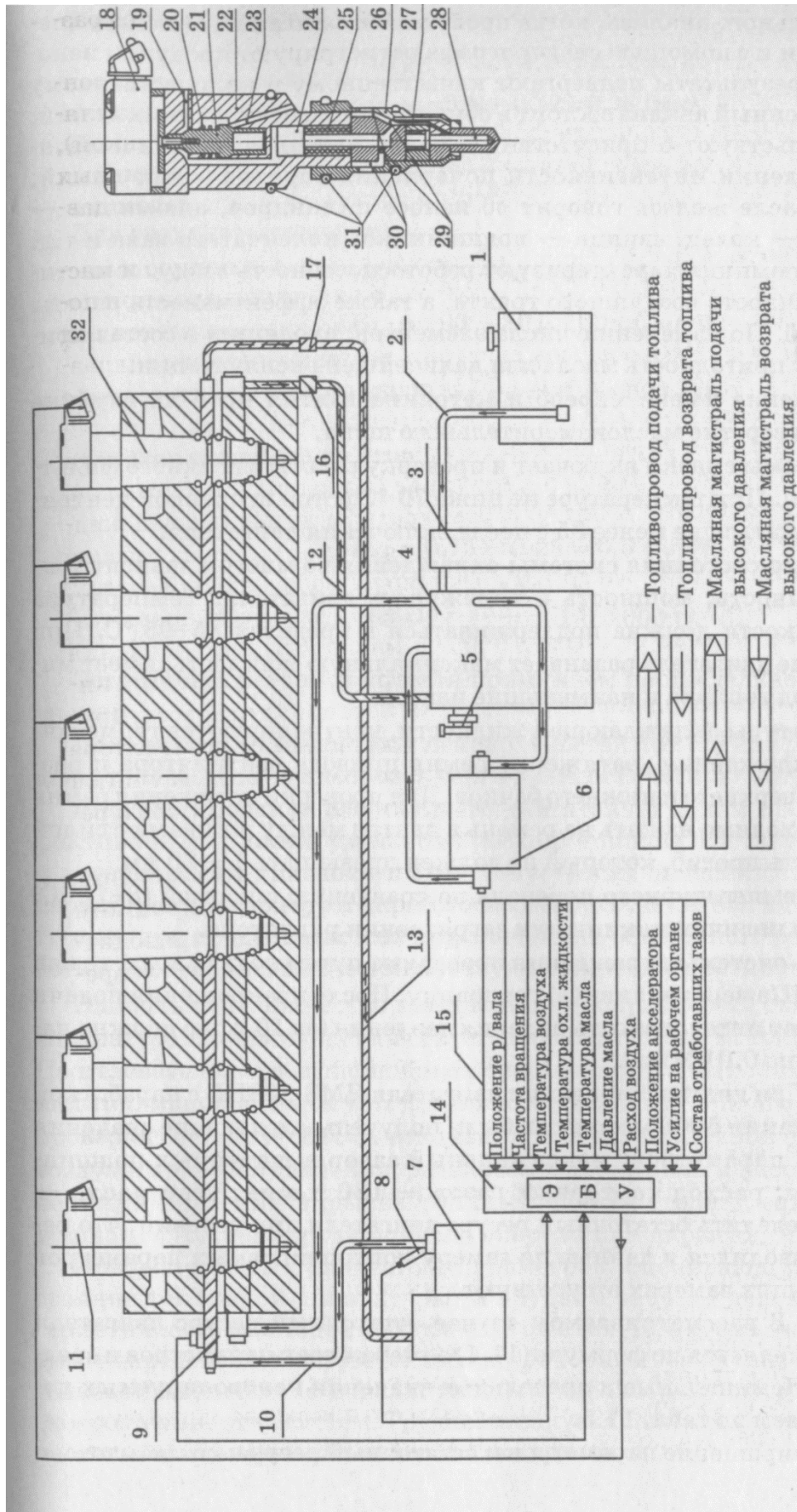


Рис. 11.10. Топливная система с электронным управлением подачей топлива: 1 — топливный бак; 2 — топливопровод; 3 — фильтр грубой очистки; 4 — фильтр тонкой очистки; 5 — топливоподкачивающий насос; 6 — масляный насос; 7 — масляный насос; 8 — регулятор давления впрыска; 9 — датчик давления впрыска; 10 — масляный насос; 11 — инжектор; 12 — сливной топливопровод; 13 — сливная масляная магистраль; 14 — электронный блок управления; 15 — блок датчиков; 16 — топливный переускорительный клапан; 17 — масляный переускорительный клапан; 18 — корпус инжектора; 19 — пружина возврата высокого давления; 20 — игла форсунки; 21 — топливный переускорительный клапан; 22 — игла форсунки; 23 — канал подачи масла высокого давления; 24 — усилитель подачи топлива с плунжерными каналами; 25 — узел форсунки; 26 — головка блока; 27 — уплотнения инжектора; 28 — головка блока

Системы двигателя	Диагностические параметры	Возможные				
		Двигатель не запускается	Двигатель не развивает мощность	Жесткая работа двигателя	Шумная работа двигателя	Перегрев двигателя
Топливная система	Давление, развиваемое ТНВД	+	+			
	Давление и качество распыла впрыска топлива	+	+	+	+	
	Угол опережения впрыска	+	+	+		
	Вакуум в воздушном фильтре	+	+			
	Герметичность топл. системы	+	+		+	
	Состав и объем топлива	+	+			
Цилиндропоршневая группа	Расход вых. газов через картер					
	Расход масла на «угар»					
	Расход воздуха, подаваемого в цилиндр через картер					
Газораспределительный механизм	Давление сжатия в цилиндрах	+	+	+		
	Тепловой зазор в клапанах	+	+	+		
	Расход воздуха, подаваемого в цилиндр через воздухоочист.		+			
	Расход воздуха, подаваемого в цилиндр через глушитель					
	Ход коромысла ГРМ		+			
	Нарушение фаз ГРМ	+	+			
	Кривошипно-шатунный механизм	Суммарный зазор в сопряжениях шатуна				
Система смазки	Давление масла					
	Уровень масла					
	Состав масла					
Система охлаждения	Температура охлаждающей жидкости					
	Герметичность системы					+
	Разность температур в радиаторе					+
	Объем охлад. жидкости					+
Система электрооборуд.	Частота вращения КВ/ДВС при запуске	+				



цилиндров ближе к головке блока. Отсутствие стуков в кривошипно-шатунном механизме при низком давлении масла указывает на неисправность системы смазки.

Отклонение показаний указателя охлаждающей жидкости от оптимальной величины отражает неисправность системы охлаждения. Выявление конкретной неисправности производится по другим диагностическим параметрам, характеризующим ее работоспособность.

При затруднении определить неисправность по комбинации диагностических параметров проводится углубленное диагностирование с возможностью постановки диагноза по одному параметру. Например, при нарушении герметичности цилиндра неисправность определяют по месту выхода воздуха, подаваемого под давлением в цилиндр.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие параметры и технические средства применяются при диагностировании двигателя?

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5,10] из раздела 7.

### Лабораторная работа №3

Тема: Диагностирование трансмиссии ПТ СДМиО.

Цель работы: Изучение порядка диагностирования трансмиссии ПТ СДМиО.

Задание: Согласно исходным данным определить суммарные номинальные и предельные угловые зазоры тягача

Основными сборочными единицами трансмиссии СДМ являются: коробка отбора мощности, карданные передачи, сцепление, коробка передач, главная передача, колесная передача. Наибольшее распространение в сборочных единицах трансмиссии получили зубчатые, шлицевые, шпоночные, карданные и подшипниковые сопряжения. Износ их приводит к увеличению суммарных угловых зазоров в механизмах силовой передачи, повышению шума и вибраций, нарушению плавности в работе и изменению температуры.

Изменение суммарных угловых зазоров зависит от наработки. После периода приработки наблюдается незначительный рост суммарного углового зазора, но при определенной наработке наступает период прогрессирующего износа сопряжений, когда угловые зазоры механических передач увеличиваются в 6-15 раз.

Угловые зазоры (люфты) определяют приборами модели КИ-4832 и КИ-13909, размещая их на выходе (или на входе) механических передач при заторможенном входе (или выходе). Предельный суммарный угловой зазор  $\Phi$  трансмиссии СДПТМ зависит от количества сопряжений и равен 20-80 градусов (6-25 радиан).

Суммарный боковой зазор является интегральным показателем и не дает полного представления о техническом состоянии отдельных сборочных единиц

и сопряжений. При отклонении суммарного бокового зазора от допустимого значения проводится диагностирование отдельных сборочных единиц. Для каждого сопряжения определяют зазоры по следующим формулам:

- для эвольвентных сопряжений

$$\varphi = KJ/(mz), \quad (1)$$

- для прямоочных сопряжений

$$\varphi = KJ/D, \quad (2)$$

Здесь  $\varphi$  — угловые зазоры, град;  $K$  — коэффициент, учитывающий вид сопряжения (табл. 11.6);  $J$  — боковые зазоры, мм;  $m, z$  — соответственно модуль и число зубьев;  $D$  — наружный диаметр сопрягаемых деталей, мм.

Зависимость коэффициента  $K$  от вида сопряжения

Вид сопряжения	$K$
Эвольвентное:	
цилиндрическое	
и коническое	122
Червячное	114,6
Шлицевое	132
Прямобочное:	
Шпоночное	95,5
шлицевое и кулачковое	114,6
кулачково-дисковое	
и шарнирное	305,6

Боковые зазоры для шлицевых соединений определяют по диаметру вала, зубчатых цилиндрических — по модулю и числу зубьев, а зубчатых конических — по модулю, числу зубьев, значениям межцентрового и среднего конусного расстояния.

Предельные угловые зазоры для эвольвентных зацеплений определяются по формуле

$$J_{\text{пр}} = J_{\text{min}} + (T_{\text{ном1}} + T_{\text{ном2}} + 2f)2\sin\alpha_{\text{tw}}, \quad (3)$$

где  $T_{\text{ном1}}, T_{\text{ном2}}$  — допуски на смещение исходного контура для шестерни и колеса, мкм;  $f$  — предельное отклонение межосевого расстояния, мкм;  $\alpha_{\text{tw}}$  — угол зацепления, град.

Предельные значения для сборочных единиц определяются суммированием предельных значений для отдельных сопряжений:

$$\varphi_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n \varphi_{\text{пр}i},$$

где  $n$  — количество сопряжений в диагностируемой механической передаче.

Для определения работоспособности сборочных единиц применяют и другие параметры: кинематическую неравномерность; интенсивность изменения температуры при постоянном нагрузочном и скоростном режимах; виброакустические сигналы, генерируемые сборочной единицей в процессе работы.

Кинематическая неравномерность проявляется в отклонении передаваемого момента за один оборот вала механической передачи. Динамические усилия, связанные с дефектами зубчатого зацепления и подшипников могут превышать полезную нагрузку более чем в 3 раза.

Интенсивность изменения температуры сборочной единицы характеризует механические потери в ней. Измерение температуры производят термометрами с магнитным креплением на регулярном тепловом режиме в течение 20-60 мин и сравнивают с эталонными значениями Регулярный тепловой режим наступает спустя 5-15 мин после включения передачи в работу.

Виброакустические сигналы могут использоваться при оценке работоспособности любой сборочной единицы. Уровень вибрации и шума зависит от зазоров в сопряжениях,

несбалансированности вращающихся масс, неровностей поверхностей качения и т. д. Метод основывается на измерении частоты и амплитуды звуковых колебаний, полученных сборочной единицей в процессе работы, и сопоставлении этих значений с эталонными. Недостатком данного метода является отсутствие надежных способов разделения полезных сигналов и помех.

Более точно сборочные единицы трансмиссии диагностируются и по другим параметрам, характеризующим их техническое состояние. Так, сцепление диагностируют по свободному ходу педали (25-45 мм), полноте включения и выключения его. Полнота включения оценивается отсутствием пробуксовки, а выключения — легкостью переключения передач. Карданный вал дополнительно проверяется на биение, которое не должно превышать 2 мм. Работоспособность гидромеханических передач дополнительно оценивается: по давлению масла в главной магистрали на режимах холостого хода, движения и наката; по зазору между толкателями и регулировочными винтами механизмов управления золотниками по температуре масла.

**Пример 1** Определить суммарные номинальные и предельные угловые зазоры тягача МоАЗ-7405.

Решение. В основу расчета суммарного углового зазора положим кинематическую схему тягача, которая дополнена обозначениями шлицевых соединений. Номинальные и предельные угловые зазоры определяем по сборочным единицам в последовательности передачи крутящего момента: коробка отбора, мощности (КОМ), карданная передача, гидромеханическая передача (ГМП), ведущий мост (ВМ).

Для коробки отбора мощности рассматриваем три шлицевых соединения и одно шпоночное прямобочное, а также два эвольвентных зацепления в муфте отключения КОМ. Боковые номинальные ( $J_{ном}$ ) и предельные прямобочные зазоры принимаем по НТД, а предельные для эвольвентных зацеплений определяем по формуле (11.5).

Так, для эвольвентного зацепления КОМ предельный боковой зазор с учетом номинального бокового  $J_{ном}$  — 185 мкм равен 725 мкм:

$$J_{пр} = 185 + (250 + 250 + 290) 0,684 = 725 \text{ (мкм)}.$$

Исходные данные и результаты расчета по формулам (11.3) — (11.5) заносим в табл. 11.7.

Предельный угловой зазор КОМ составляет  $4,2^\circ$ .



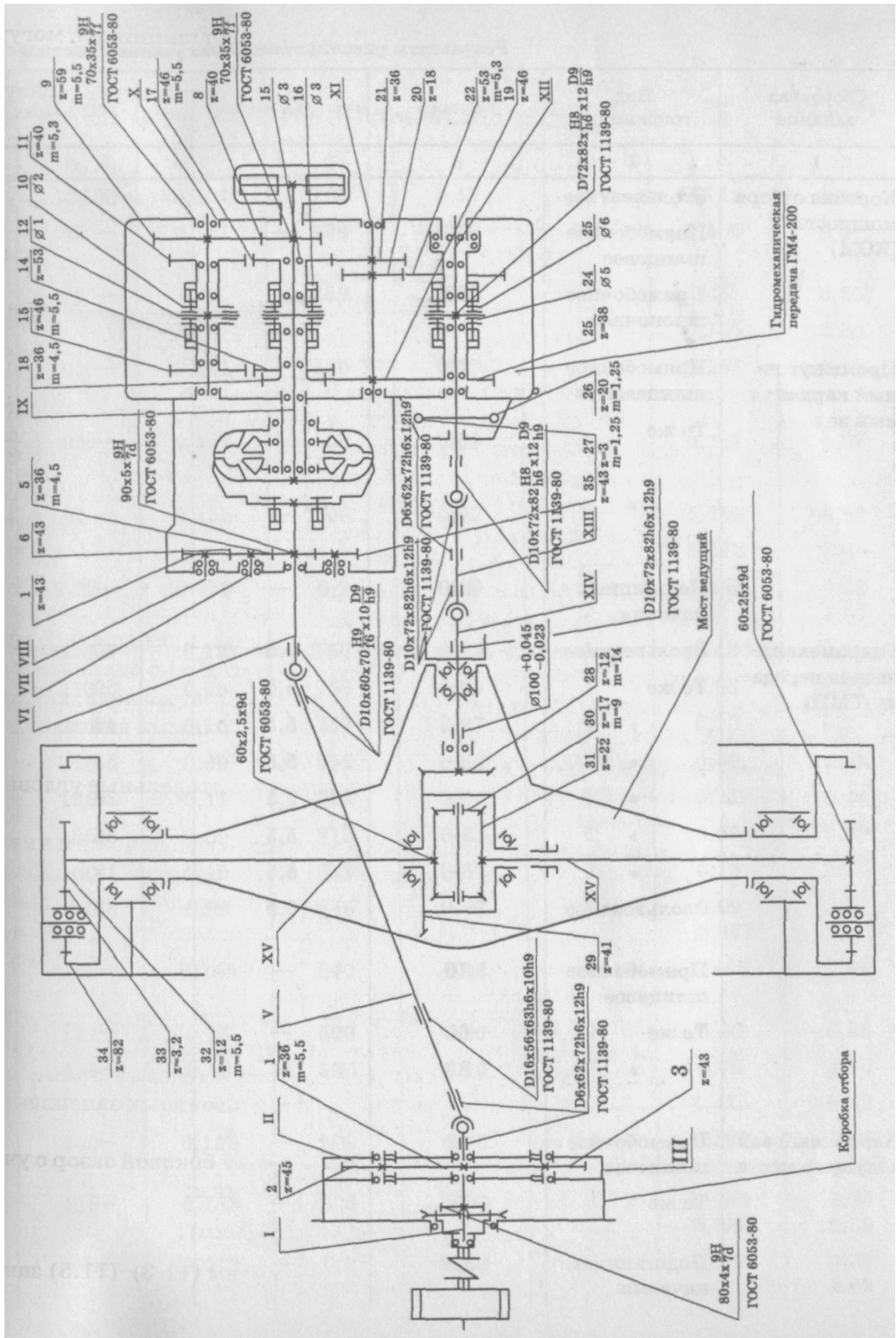


Рис. 2 - Кинематическая схема тягача МоА3-7405

## Результаты расчета суммарных угловых зазоров трансмиссии тягача МоАЗ-7405

Сборочная Единица	Вид Сопряжения	Д, мм	771,, мм	z
1	2	3	4	5
Коробка отбора мощности (КОМ)	Эвольвентное		2,5	60
	Прямобочное шлицевое	72	—	—
Промежуточ- ный кардан- ный вал	Прямобочное Шпоночное	80	—	—
	Прямобочное	72	—	—
	Шлицевое Тоже	65	—	—
Гидромехани- ческая переда- ча (ГМП)		70	—	—
	Подшипник	120	—	—
	Качения			
	Эвольвентное	—	5,5	40
	Тоже	—	5,5	59
	»	—	5,5	46
	»	—	5,5	53
	>	—	5,5	36
	»	—	5,5	46
	»	—	6,5	18
	Эвольвентное	—	6,5	33
Карданный вал ведущего моста	Прямобочное	70	—	—
	Шлицевое Тоже	60	—	—
	»	82	—	—
	Прямобочное	82	—	—
	Шлицевое Тоже	72	—	—
	Подшипники	120	—	—
	Качения			

$I_{\text{ном}},$ МКМ	$\varphi_{\text{ном}},$ град	$I_{\text{пр}},$ МКМ	$\varphi_{\text{пр}},$ град	Количес- тво соеди- нений	$\sum \varphi_{\text{ном}},$ град	$S_{\varphi_{\text{ном}}},$ град
6	7	8	9	10	11	12
137	0,121	725	0,57	2	0,242	1,14
95	0,151	500	0,79	3	0,453	2,37
60	0,07	300	0,35	1	0,07	0,35
					0,765	3,86
95	0,151	500	0,79	1	0,151	0,79
95	0,167	500	0,88	1	0,167	0,88
95	0,155	500	0,82	1	0,155	0,82
					0,473	2,49
0,02	0,019	0,2	0,19	2	0,038	0,38 2,87
210	0,12	757	0,42	1	0,12	0,42
210	0,08	757	0,29	1	0,08	0,29
210	0,10	757	0,37	1	0,10	0,37
210	0,09	757	0,32	1	0,09	0,32
185	0,11	718	0,44	1	0,11	0,44
185	0,09	718	0,35	1	0,09	0,35
160	0,16	645	0,67	1	0,16	0,67
160	0,09	645	0,37	1	0,09	0,37
					0,84	5,1
95	0,155	500	0,82	3	0,465	2,46
137	0,26	500	0,96	1	0,26	0,96
110	0,15	500	0,70	5	0,75	3,50
					1,475	6,92
140	0,195	500	0,70	2	0,390	1,40
115	0,183	500	0,90	1	0,183	0,90
					0,573	2,30
0,02	0,019	0,2	0,19	2	0,038	0,38 2,68

1	2	3	4	5
Ведущий мост	Эвольвентное	—	14	12
	Тоже	—	14	41
	»	—	9	11
	»	—	9	22
	»	—	5,5	17
	»	—	5,5	32
	»	—	5,5	82
	Прямобочное шлицевое	82	—	—
Тоже	60	—	—	
Суммарный зазор трансмиссии тягача				

6	7	8	9	10	11	12
185	0,13	766	0,56	1	0,13	0,56
185	0,04	766	0,16	1	0,04	0,16
120	0,14	523	0,64	1	0,14	0,64
120	0,07	523	0,32	1	0,07	0,32
160	0,21	646	0,84	1	0,21	0,84
160	0,11	679	0,47	2	0,22	0,94
160	0,04	679	0,18	1	0,04	0,18
					0,85	3,65
145	0,19	500	0,70	1	0,19	0,70
137	0,26	500	0,96	2	0,52	1,92
					0,71	3,62
					5,76	28,70

Карданная передача тягача состоит из двух карданных валов: промежуточного и карданного вала ведущего моста. По расчетам предельные угловые зазоры этих валов с учетом допустимых зазоров подшипников качения составляют соответственно 2,9° и 2,7°.

Гидромеханическая передача проверяется при блокировке гидротрансформатора на первой передаче. Максимальный угловой зазор при рассматриваемых условиях составляет

11,93°. На других передачах он будет ниже, так как в зацеплении участвует меньшее количество сопряжений.

Для определения суммарного углового зазора ведущего моста необходимо найти номинальный боковой зазор в коническом зубчатом зацеплении. Для этого находим среднее конусное расстояние  $R_m$  и угол делительного конуса зубчатой шестерни  $\delta_1$ :

$$R_m = \sqrt{\left(\frac{m_m z_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{m_m z_2}{2}\right)^2},$$

где  $m_m$  — средний модуль зубчатого колеса:

$$m_m = m_g \frac{R_g - 0,5B}{R_g},$$

$m_g$  — модуль зубчатого колеса;  $R_g$  — внешнее конусное расстояние, мм:

$$R_g = \sqrt{\left(\frac{m_g z_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{m_g z_2}{2}\right)^2};$$

$z_1, z_2$  — число зубьев соответственно шестерни и колеса;  $B$  — ширина зубчатого венца:  $B = 0,3R_g$ .

Подставив численные значения, получим:

$$m_m = m_g \frac{R_g - 0,5B}{R_g} = 14(1 - 0,15) = 11,9 \text{ (мм)},$$

$$R_m = \sqrt{\left(\frac{11,9 \cdot 12}{2}\right)^2 + \left(\frac{11,9 \cdot 41}{2}\right)^2} = 254 \text{ (мм)},$$

$$\delta_2 = \arctg \frac{z_2}{z_1} = \arctg \frac{41}{42} = 73^\circ,$$

$$\delta_1 = 90 - \delta_2 = 90 - 73 = 17^\circ,$$

$$R_g = \sqrt{\left(\frac{14 \cdot 12}{2}\right)^2 + \left(\frac{14 \cdot 41}{2}\right)^2} = 299 \text{ (мм)}.$$

По рассчитанным значениям  $R_m$  и  $\delta_1$  принимаем боковой зазор главной передачи  $J_{\text{ном}} = 185$  мкм. Аналогично для конического зубчатого зацепления дифференциала находим  $J_{\text{ном}} = 120$  мкм. Предельные боковые зазоры рассчитываются по формуле (11.5). Согласно расчетам, предельный угловой зазор ведущего моста составляет 7,27°.

Суммарный угловой зазор трансмиссии тягача равен сумме угловых зазоров сборочных единиц. Для рассматриваемого тягача МоАЗ-7405 предельный угловой зазор трансмиссии равен 28,70°.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Какие параметры и технические средства применяются при диагностировании трансмиссии?

#### Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

#### Дополнительная литература:

[4,5,10] из раздела 7.

## Лабораторная работа №4

Тема: Диагностирование гидропривода ПТ СДМиО

Цель работы: Изучение конструктивных особенностей, параметров контроля гидропривода ПТ СДМиО.

Задание: Провести оценку общего состояния гидропривода СДМ по заданным характеристикам.

Конструктивные особенности гидропривода, оказывающие значительное влияние на производительность машины, и тенденция к его усложнению делают актуальным применение диагностики. Характерные неисправности гидропривода: нарушение герметичности системы; износ сопряжений в насосах, гидромоторах, распределителях и гидроцилиндрах; засорение фильтров; загрязнение и обводнение рабочей жидкости. Все перечисленные неисправности влияют на продолжительность выполнения машиной отдельных операций, а также всего цикла.

Параметрами контроля гидропривода в целом являются: продолжительность выполнения отдельных операций или рабочего цикла; температура рабочей жидкости и темп ее нарастания; количественное и качественное изменения рабочей жидкости; полный КПД системы.

Наиболее широко для оценки общего состояния гидропривода применяется метод сравнения продолжительности выполнения отдельных операций или цикла с номинальными и предельными значениями. Здесь необходимо соблюдать тождественность внешних условий, особенно при сравнении с эталонной машиной.

Рациональная вязкость рабочей жидкости гидропривода находится в пределах 16-33 мм<sup>2</sup>/с. От температуры вязкость рабочей жидкости находится в степенной зависимости с показателем степени до 2,6. При температуре 45—55 °С стабильность вязкости применяемых жидкостей должна быть наибольшей. Изменение температуры жидкости в функции времени при постоянном нагрузочном и скоростном режимах работы позволяет оценивать работоспособность гидропривода. Полученное значение интенсивности изменения температуры сравнивают с эталонным. Более высокая интенсивность свидетельствует о переходе большей части механической энергии в тепловую.

На работоспособность гидропривода большое влияние оказывают количество и качество рабочей жидкости. При эксплуатации необходимо строго поддерживать рекомендуемый уровень рабочей жидкости. Внешние утечки ее возможны при разгерметизации гидросистемы, которая выявляется визуальным осмотром шлангов, трубопроводов, присоединительных устройств и уплотнений гидроцилиндров. Нарушение герметичности системы приводит к количественным потерям жидкости. Происходит интенсивное загрязнение жидкости, особенно при замене и доливе ее. По данным Р. А. Макарова, загрязнение рабочей жидкости гидропривода при работе СДМ составляет 10 %, а при замене и доливе ее — соответственно 37 и 50 %. Только 3 % механических включений остается в гидросистеме после изготовления или ремонта машины. Загрязнение рабочей жидкости механическими примесями является основной причиной снижения надежности гидропривода. По зарубежным данным, 90 % отказов гидропривода происходит из-за механических примесей в жидкости, причем на интенсивность изнашивания элементов гидропривода влияют размеры частиц. Так, снижение размеров частиц с 20 до 5 мкм увеличивает ресурс аксиально-поршневых насосов более чем на порядок, а других элементов гидроаппаратуры — в 7 раз.

С учетом возможности значительного повышения работоспособности сборочных единиц гидропривода, очистка рабочей жидкости в процессе эксплуатации приобретает особую значимость. Причем важно обеспечить тонкость очистки 5-10 мкм. Широко в настоящее время применяется центробежный метод очистки. Однако подключение центрифуги только параллельно основной магистрали рабочей жидкости сужает область его применения. Этот недостаток устраняется при использовании циклона. Его можно включать последовательно со сборочными единицами в начале (перед насосом) или в конце перед сетчатым фильтром гидросистемы. Изменением конструктивных параметров можно обеспечить необходимую производительность и тонкость очистки 5-8 мкм. При использовании циклонов изъятие

отфильтрованных механических включений не требует разъединения трубопроводов, вызывающих дополнительное загрязнение рабочей жидкости. Избежать разборки гидропривода при диагностировании сборочных единиц можно при использовании термодинамического или акустического метода.

Термодинамический метод диагностирования сборочных единиц гидропривода позволяет определить КПД по разности температур на входе и выходе проверяемого объекта. При замере разности температур на внешних поверхностях элементов контролируемого объекта выбираются характерные точки генерации тепла.

В процессе эксплуатации гидропривода установлено, что при износе деталей насоса он начинает генерировать акустические шумы, резко отличающиеся от шумов исправного гидронасоса. При этом акустические шумы каждой составляющей части насоса зависят от геометрических размеров, зазоров в узлах трения и неравномерности потока жидкости. Источником информации о техническом состоянии отдельных частей гидронасоса служит амплитуда генерируемых ими колебаний, изменяющаяся при постоянных начальных условиях в зависимости от значений структурных параметров.

На работоспособность гидропривода влияет также наличие в жидкости воды, которая способствует появлению продуктов окисления и коррозии металла. При отрицательной температуре наличие воды в гидросистеме приводит к прихватуванию золотников и клапанов распределителя, появлению ледяных пробок и разрушению сборочных единиц.

Учитывая значительное влияние состава рабочей жидкости на показатели гидропривода, проводят физико-химический контроль с помощью стационарных, передвижных и переносных лабораторий. В условиях эксплуатации СДПТМ применяется полевая лаборатория ПЛ-2М и ручная РЛ. Ручная лаборатория (масса 14 кг) позволяет определять четыре параметра: плотность жидкости, кинематическую вязкость, содержание воды и качественное содержание механических примесей, а полевая лаборатория — еще и содержание кислот, щелочей, температуру застывания и вспышки.

Пробу рабочей жидкости для анализа берут из бака гидропривода машины после работы насоса не менее 10 мин. Для диагностирования состояния рабочей жидкости и отдельных сборочных единиц производится накопление данных, полученных через определенную наработку.

Комплексную оценку состояния гидропривода позволяет сделать полный КПД, характеризующий как объемные, так и механические потери. Его можно определить по формуле

$$\eta = N_{и.о} / N_{прив},$$

где  $N_{и.о}$  — мощность на исполнительном органе;  $N_{прив}$  — приводная мощность насоса.

В условиях эксплуатации измерение мощности связано с большими трудностями, и диагностирование гидропривода с учетом ее значений применяется, как правило, при испытаниях машин.

К основным сборочным единицам гидропривода, обеспечивающим его работоспособность, относятся: гидронасос, гидромотор, гидрораспределитель, гидроцилиндр, фильтр рабочей жидкости, предохранительный и перепускной клапаны. Параметры диагностирования выбираются по неисправностям, характеризующим наработку сборочных единиц на отказ.

Основные неисправности аксиально-поршневых насосов вызываются изнашиванием поверхностей шатунно-поршневой группы и сопряжения блока с поршнями и распределителем. Увеличение зазоров в шатунной группе вызывает рост пульсации давления в напорной линии, а в сопряжениях блока с поршнями и распределителем — соответственно внутренние перетечки рабочей жидкости и снижение коэффициента подачи.

В процессе эксплуатации шестеренных насосов изнашиваются поверхности сопряжения опорных втулок с шестернями, зубьев шестерен, шеек вала и резиновых уплотнений с потерей эластичности. В результате изнашивания поверхностей сопряжений шестеренных насосов снижается коэффициент подачи.

Основные неисправности гидрораспределителя вызываются изнашиванием поверхностей сопряжений золотников и корпуса. Секционные клапаны в процессе эксплуатации теряют герметичность. Увеличение зазоров в сопряжениях гидрораспределителя с клапанами приводит к росту внутренних перетечек. Причем, согласно исследованиям А.М. Харазова, до 90 % перетечек рабочей жидкости происходит через предохранительный и перепускной клапаны.

Потери работоспособности гидроцилиндров связаны, как правило, с изнашиванием резиновых уплотнений поршней, крышек цилиндров и грязесъемников. Изнашивание резиновых уплотнений поршня приводит к внутренним перетечкам жидкости из напорной магистрали в сливную, что вызывает снижение объемного КПД. Из-за изнашивания резиновых уплотнений крышки происходят наружные утечки жидкости и увеличивается количество абразивных частиц в рабочей жидкости.

Отказы гидроцилиндров из-за изнашивания рабочей поверхности гидроцилиндра и поршня, деформации штока и цилиндра в процессе эксплуатации не превышают 10 % всех отказов гидропривода.

Рассмотренные выше неисправности гидропривода нарушают процесс передачи энергии, увеличивают потери рабочей жидкости и продолжительность выполнения рабочих операций, вызывают вибрацию, шум и динамические нагрузки. Эти явления, сопутствующие определенным неисправностям, позволяют выбирать параметры диагностирования гидропривода с учетом их информативности.

Для шестеренных насосов желательно выбирать коэффициент подачи, который зависит от внутренних перетечек жидкости и позволяет предупреждать более 90 % отказов. Внутренние перетечки в гидромоторах, распределителях и цилиндрах могут быть оценены объемным КПД. Работоспособность распределителя оценивают также по утечкам жидкости. В качестве параметра оценки фильтров можно принимать перепад давлений на входе и выходе.

Диагностирование насоса по коэффициенту подачи позволяет оценивать, на сколько действительная его подача отличается от теоретической. При эксплуатации СДПТМ значение подачи, близкое к теоретическому, определяют путем измерения подачи насоса ( $Q_0$ ) при минимально возможном давлении ( $p_0$ ); действительную подачу ( $Q_{\text{ном}}$ ) определяют при номинальном давлении, причем измерения  $Q_0$  и  $Q_{\text{ном}}$  производят дросселем-расходомером при постоянной частоте вращения насоса, вязкости и температуре рабочей жидкости. Коэффициент подачи  $K_Q$  определяется как отношение  $Q_{\text{ном}}$  к  $Q_0$ ; для шестеренных насосов он не должен быть ниже 0,77, а для аксиально-поршневых — 0,70.

При диагностировании сдвоенных регулируемых насосов коэффициент подачи можно определять по формуле

$$K_Q = 0,96 Q'_{\text{ном}} / Q''_{\text{ном}}$$

где  $Q'_{\text{ном}}$  — подача насоса при суммарном давлении в двух секциях;  $Q''_{\text{ном}}$  — подача одной секции нового неизношенного насоса.

Диагностирование распределителей производится по величине внутренних утечек (нормируемых в технической документации) или объемному КПД.

Расход жидкости измеряют дросселем-расходомером при номинальном давлении до распределителя ( $Q_1$ ) и после ( $Q_2$ ) - Их разность позволяет оценивать внутренние утечки ( $\Delta Q = Q_1 - Q_2$ ), а отношение — объемный КПД ( $\eta' = Q_2/Q_1$ ). Предельные значения  $\Delta Q$  не должны превышать номинальных более чем в 3 раза, а  $\eta'$  должен быть больше 0,88.

При подключении дросселя-расходомера проверяется давление срабатывания предохранительного клапана. С этой целью поток плавно дросселируется до давления срабатывания клапана. Причем при конструкции распределителей со встроенными предохранительными клапанами прибор подключается после распределителя.

Диагностирование гидроцилиндров проводится по замеру расхода рабочей жидкости после распределителя ( $Q_2$ ), давлению и времени полного хода штока при создании усилия нагружения внешней нагрузкой, приложенной к рабочему оборудованию машины.



Снижение скорости перемещения штока при номинальных расходе и давлении указывает на наличие перетечек в цилиндре из-за износа уплотнений.

Объемный КПД для гидроцилиндра определяется по формуле

$$h'' = Fv/Q_2,$$

где  $F$  — рабочая площадь поршня;  $v$  — скорость перемещения штока гидроцилиндра.

Диагностирование гидромоторов производится, как правило, по значениям объемного КПД ( $\eta_{ГМ}$ ), внутренним утечкам рабочей жидкости и амплитуде пульсации давления.

Для оценки работоспособности гидромотора измеряют частоту вращения вала  $n_{ГМ}$  и с учетом расхода рабочей жидкости после распределителя находят

$$\eta_{ГМ} = q_{ГМ}n_{ГМ}/Q_2,$$

где  $q_{ГМ}$  — рабочие объемы гидромотора.

Внутренние утечки гидромотора определяются из выражения

$$\Delta Q_{ГМ} = Q_2 - q_{ГМ}n_{ГМ}.$$

Высокой информативностью обладает параметр амплитуды пульсации давлений для аксиально-поршневых гидромоторов (насосов). По этому параметру оценивают осевой зазор в шатунно-поршневой группе гидромоторов или насосов. Оценка амплитуды пульсации давлений при диагностировании гидромоторов (насосов) производится с помощью датчика пульсации давления и регистрирующих приборов.

Диагностирование фильтров производится по давлению в сливной магистрали, которое должно находиться в пределах 0,15-0,20 МПа.

Численные значения параметров контроля работоспособности СДМ сведены в таблице

Работоспособность гидропривода грузоподъемных кранов должна соответствовать требованиям ГОСТ Р50046. Гидросистема кранов должна обеспечивать возможность контроля давления в каждом рабочем контуре с заменой сборочных единиц, шлангов и фильтров без слива рабочей жидкости из бака.

В напорных линиях каждого насоса гидропривода крана проверяются предохранительные клапаны на давление, превышающее рабочее, но не более чем на 10 %.

Оценка технического состояния гидропривода проводится также давлением не менее 1,25 номинального значения (но не более максимального) при испытании крана. Продолжительность и периодичность испытаний регламентированы стандартами или техническими условиями на каждое изделие.

**Параметры контроля работоспособности гидропривода**

Объект диагностирования	Параметр	Марка машины					
		ДЗ-11	ТО-18Б	ЭО-2621	ЭО-3322	ЭО-5015А	ЭО-4121
Гидропривод в целом	Продолжительность цикла при угле поворота 90°, с	—	—	18/22	16/19	16/19	22/26
	Продолжительность подъема ковша, с	7/10	6/8	—	—	—	—
	Усадка штока гидроцилиндров ковша при номинальном нагружении, мм/с	—	—	0,042	0,042	0,042	0,042
Гидронасос	Коэффициент подачи	0,96/0,77	0,96/0,77	0,94/0,77	0,96/0,77	0,97/0,77	0,97/0,77
Гидрораспределитель	Объемный КПД	0,99/0,88	0,98/0,88	0,99/0,88	0,98/0,88	0,98/0,88	0,97/0,88
Предохранительный клапан	Давление срабатывания, МПа	11	16	10	17,5	15	22
	Объемный КПД	1/0,94	1/0,94	1/0,94	0,97/0,76	0,95/0,76	0,97/0,77
Гидроцилиндр	То же	1/0,94	1/0,94	1/0,94	1/0,94	1/0,94	1/0,94

Примечания. В числителе дробей приведены номинальные значения контролируемых параметров, а в знаменателе — предельные. 2. Количественные значения параметров приведены для номинальной частоты вращения.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие параметры и технические средства применяются при диагностировании гидропривода?

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5,10] из раздела 7.

**Практическое занятие №1.**

Тема: Определение остаточного ресурса ПТ СДМиО.

Цель работы: Изучение показателей остаточного ресурса ПТ СДМиО и методика их расчета.

Задание: По заданным характеристикам произвести расчет параметров остаточного ресурса ПТ СДМиО.

Остаточный ресурс машины или сборочной единицы определяют на основе изменения диагностического параметра  $I_i$ , предельного значения параметра  $I_{пр}$  и характера изменения параметра состояния  $I_i$  в зависимости от наработки. Для решения практических задач изменения параметра с достаточной точностью можно выразить формулой

$$I_i = I_{ном} \pm K_c t_i^\alpha,$$

где  $I_{ном}$  — номинальное значение параметра после этапа приработки;  $K_c$  — коэффициент, характеризующий скорость изменения параметра и зависящий от условий эксплуатации и режимов работы;  $t_i$  — наработка машины в момент измерения параметров;  $\alpha$  — показатель степени, характеризующий интенсивность изменения параметра во всем диапазоне наработки и зависящий от материала и конструкции изделий, условий эксплуатации и режимов работы.

Для определения остаточного ресурса достаточно знать приращение изменения параметра относительно начального значения (рис. 11.4):

$$\Delta I = K_c t_i'^\alpha,$$

где  $t_i' = t_i - t_{нач}$ . В практических расчетах величиной  $t_{нач}$  можно пренебречь и принять  $t_i' = t_i$ .

Остаточный ресурс равен разности между наработкой  $t_{пр}$ , соответствующей предельному значению параметра  $I_{пр}$ , и наработкой  $t_i'$  при диагностировании машин, т.е.  $t_{ост} = t_{пр} - t_i'$

Выразив  $t_{пр}$  через  $\Delta I_{пр}$  и  $t_i'$  через  $\Delta I_i$ , получим

$$t_{пр} = \left( \frac{\Delta I_{пр}}{K_c} \right)^{1/\alpha} - t_i' = t_i' \left( \frac{\Delta I_{пр}^{1/\alpha}}{\Delta I_i^{1/\alpha}} - 1 \right). \quad (1)$$

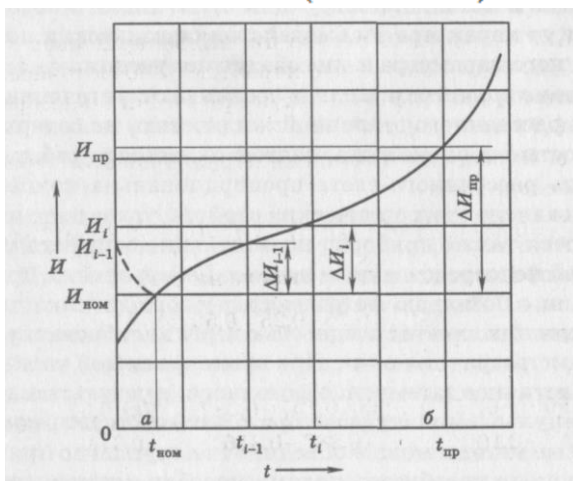


Рис. 1 - Схема определения остаточного ресурса

При неизвестной наработке с начала эксплуатации до момента диагностирования остаточный ресурс можно определить по двум замерам параметра через интервал наработки  $\Delta t$ :

$$\Delta t = t_i - t_{i-1} = \left( \frac{\Delta I_{\text{пр}}}{K_c} \right)^{1/\alpha} - \left( \frac{\Delta I_{i-1}}{K_c} \right)^{1/\alpha} = \frac{\Delta I_i^{1/\alpha} - \Delta I_{i-1}^{1/\alpha}}{K_c^{1/\alpha}},$$

откуда

$$K_c^{1/\alpha} = \frac{\Delta I_i^{1/\alpha} - \Delta I_{i-1}^{1/\alpha}}{\Delta t}.$$

Учитывая, что

$$\Delta t_i = \left( \frac{\Delta I_i^{1/\alpha}}{K_c^{1/\alpha}} \right) = \left( \frac{\Delta t \Delta I_i^{1/\alpha}}{\Delta I_i^{1/\alpha} - \Delta I_{i-1}^{1/\alpha}} \right),$$

и подставляя значение  $\Delta t_i$  из формулы (11.1), получаем

$$t_{\text{ост}} = \frac{\Delta t (\Delta I_{\text{пр}}^{1/\alpha} - \Delta I_i^{1/\alpha})}{\Delta I_i^{1/\alpha} - \Delta I_{i-1}^{1/\alpha}}.$$

Пример 1. Определить остаточный ресурс кривошипно-шатунного механизма двигателя СДМ-62, если при наработке 3000 моточасов зазор в шатунном подшипнике составил 0,45 мм при номинальном значении этого зазора 0,12 мм и предельном 0,5 мм.

Решение. Для кривошипно-шатунного механизма  $\alpha = 1,4$ . Определяем изменения зазора к моменту измерения его предельного значения:

$$\Delta I_i = 0,45 - 0,12 = 0,33 \text{ (мм)}, \quad \Delta I_{\text{пр}} = 0,5 - 0,12 = 0,38 \text{ (мм)},$$

$$t_{\text{ост}} = 3000 \left( \frac{0,38^{1/1,4}}{0,33^{1/1,4}} - 1 \right) = 330 \text{ (м - ч)}.$$

Пример 2. Определить ресурс цилиндропоршневой группы двигателей ЯМЗ-238 НБ, если в интервале наработки 200 моточасов угар масла составлял соответственно 0,35 и 0,40 кг/ч при номинальном расходе 0,25 кг/ч и предельном 0,75 кг/ч.

Решение. Определим изменение параметров при первом и повторном изменениях расхода масла:

$$\Delta I_{i-1} = 0,35 - 0,25 = 0,1 \text{ (кг/ч)}, \quad \Delta I_i = 0,40 - 0,25 = 0,15 \text{ (кг/ч)}. \text{ Предельное}$$

приращение расхода масла на угар

$$\Delta I_{\text{пр}} = 0,75 - 0,25 = 0,50 \text{ (кг/ч)}.$$

Находим

$$t_{\text{ост}} = \frac{200(0,50^{1/2} - 0,15^{1/2})}{0,15^{1/2} - 0,10^{1/2}} = \frac{200(0,707 - 0,387)}{0,387 - 0,316} = \frac{200 \cdot 0,32}{0,071} = 900 \text{ (моточасов)}.$$

Достоверность прогнозирования остаточного ресурса, как правило, определяется точностью показателя степени  $\alpha$  (табл. 1).

**Показатель степени  $\alpha$  для различных параметров состояния систем,  
сборочных единиц и сопряжений**

Параметр технического состояния	$\alpha$
Расход газов, прорывающихся в картер:	
до замены колец	
после замены	1,3
Угар масла	1,5
Мощность двигателя	2,0
Зазоры в кривошипно-шатунном механизме	0,8
Давление топлива до фильтра в системе питания Двигателя	1,2-1,6(1,4)
Производительность секции топливного насоса	0,5
Зазор между клапаном и коромыслом механизма	0,5
Газораспределение	1Д
Износ плунжерных пар топливного насоса	1,1
Износ кулачкового вала по высоте	1Д
Рациональный зазор подшипников качения и скольжения	1,5
Износ посадочных мест корпусных деталей	1,0
Износ зубьев шестерен по толщине	1,5
Износ шлицев валов	1,0
Износ валиков, пальцев и осей	1,4
Износ накладок тормозов и дисков сцепления	1,0
Коэффициент подачи шестеренных насосов	1,6
Объемный КПД распределителя	1,4
Объемный КПД гидроцилиндров	1,3

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какую роль играет диагностирование в поддержании и восстановлении работоспособности СДМиО?
2. Назовите последовательность, с какой проводится оценка работоспособности СДМиО?

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5,10] из раздела 7.

## Практическое занятие №2.

Тема: Организация диагностирования ПТ СДМиО

Цель работы: Получение знаний и навыков планирования диагностирования ПТ СДМиО

Организационные принципы диагностирования СДМ зависят от места проведения, применяемого оборудования, наличия бортовой системы диагностирования и взаимодействия процесса диагностирования с ТО и ремонтом.

При планировании диагностирования машины в первую очередь необходимо установить место его проведения (участок, мастерские по ремонту и обслуживанию СДМ). Место проведения позволяет определить применяемое оборудование, которое оказывает непосредственное влияние на характер и содержание технологических операций. Как правило, диагностирование в мастерских производится на специализированных участках с помощью стационарных стендов и комплектов приборов. На участке диагностирование проводят с помощью передвижных станций, укомплектованных переносными приборами.

Для повышения эффективности оценки работоспособности машин все большее применение находят встроенные датчики на сборочных единицах и в системах управления, а также бортовые системы диагностирования, включающие датчики и измерительные приборы.

Если диагностические датчики установлены на машине, то во время диагностирования они через штекерные разъемы подключаются к стационарным стендам или переносным приборам. Встроенные датчики, как правило, применяются в системах смазки, охлаждения, гидро- и пневмопривода. Это позволяет исключать утечку и загрязнение рабочей жидкости или значительно сокращать подготовительное время для диагностирования объекта.

Системы бортового диагностирования дают возможность оценивать работоспособность сборочных единиц или систем при ежедневном обслуживании или непрерывно в процессе работы. Постоянно контролируемые параметры бортовой системы диагностирования позволяют выявлять отказы и неисправности, вызывающие аварийную ситуацию, значительные потери из-за простоя машины или ускоренного изнашивания дорогостоящего оборудования. К числу непрерывно контролируемых параметров относятся: уровни и температура рабочих жидкостей, давление в системах смазки и тормозов, зарядка аккумуляторных батарей и др. При наличии бортовых систем диагностирования информация о работоспособности системы и сборочных единиц поступает машинисту через стрелочные или цифровые указатели, звуковые или световые сигналы. В отдельных случаях целесообразно по команде датчика осуществлять автоматический останов машины или другие воздействия с целью исключения аварийного состояния или выброса рабочей жидкости, находящейся под давлением.

На организационные принципы диагностирования оказывает влияние совмещение его с ТО и ремонтом.

Основными документами по организации диагностирования являются: технологическая пооперационная карта диагностирования; диагностическая карта; накопительная карта; инструкции по эксплуатации диагностических средств.

*Технологическая пооперационная карта* является основным документом диагностирования. В ней указываются: параметры технического состояния с учетом их номинальных и предельных значений; вид диагностирования и периодичность его проведения; операции диагностирования и технические условия; средства диагностирования и место их подключения; исполнители и их квалификация; трудоемкость выполняемых работ (табл. 1).

Таблица 1

Технологическая пооперационная карта диагностирования СДМ (ДЗ-11) в целом

Объект диагностирования	Вид диагностирования, периодичность, ч	Параметры технического состояния функциональные (косвенные)		
		наименование	значение	
			номинальное	предельное
Двигатель в целом	Д-1,100	Частота вращения при максимальном расходе топлива, мин <sup>-1</sup>	2100	2050
		Продолжительность запуска, с	10	20
		Часовой расход топлива, кг/ч	37	39,6
<i>Трансмиссия</i>				
Сцепление	Д-1,100	Свободный ход педали привода сцепления	34-42	10
Коробка отбора мощности, главная коробка передач, дополнительная коробка передач, главная передача, колесная передача	Д-2,500	Суммарный люфт в элементах трансмиссии, град	6	35
		Рабочая температура корпусных деталей, °С. Шум, вибрации	30	80

Основные операции диагностирования, технические условия	Средства диагностирования	Исполнитель	Трудоемкость, чел.-ч
<i>Система управления</i>			
При рабочем давлении измерить ход педали	НИИАТ К-446, рулетка, десселерометр 1155, линейка	Машинист скрепера	
На ровной площадке при скорости 30 км/ч резко затормозить. Измерить тормозной путь. Включить ручной тормоз. Измерить ход штока тормозных камер			
Установить машину на ровной площадке. Передние колеса поставить в нейтральное положение. Замерить свободный ход рулевого колеса и усилие на его ободу	КИ-402	Машинист скрепера	0,15
При включенном двигателе поочередно включать и выключать тормоза. Стрелка манометра не должна колебаться. Замерить скорость падения и подъема давления	Манометр	То же	0,10
Запустить двигатель, замерить время роста давления до 0,8 МПа	Секундомер	То же	
Запустить двигатель. Разогреть масло до рабочей температуры включением всех цилиндров. При превышении времени подъема ковша проверить производительность насосов и утечку жидкости по зазорам золотника	КИ-1097, секундомер, КИ-5473, ТДР13-142	Машинист скрепера	0,15
Наконечник прибора соединить с вентилем, замерить давление в шинах и зафиксировать	НИИАТ-458	То же	0,03
Замерить высоту протектора	Штангенциркуль	То же	
<i>Электрооборудование</i>			
Выводы прибора, соблюдая полярность, подключить к аккумуляторным батареям. Запустить двигатель стартером, снять показания вольтметра	КН-1093	Мастер-диагност	0,04
Не отключая прибор, постепенно повышать обороты до номинальных. Снять показания вольтметра	То же	То же	0,03

В *диагностической карте* отражаются результаты диагностирования, дается заключение о содержании и объеме технического воздействия на машину. Эта карта заполняется на каждую машину.

*Накопительная карта* заполняется на основе данных диагностической карты. В ней накапливается информация об изменениях диагностических параметров в зависимости от наработки машины. Накопительную карту ведут по каждой машине в течение всего срока ее эксплуатации. Занесенные в нее данные позволяют прогнозировать остаточный ресурс и вероятность безотказной работы в пределах межконтрольного периода. При реализации алгоритма хранения информации производится в ЭВМ по каждой машине в процессе ее



эксплуатации. При очередном диагностировании вводят информацию по наработке с начала эксплуатации или после капитального ремонта и численные значения контролируемых параметров. На дисплей или печатающее устройство выводятся данные о техническом состоянии машины и рекомендации по поддержанию ее работоспособности. В этом случае заполнять диагностическую и накопительную карты не обязательно. При необходимости эту информацию выдаст вычислительная техника в удобном для оператора виде.

Эффективность оценки работоспособности машины во многом зависит от средств контроля технического состояния. Встроенные средства обеспечивают непрерывный контроль систем и сборочных единиц. В настоящее время на машинах обычно имеется 6-9 средств контроля, но вместе с тем существуют уже машины и с 20 элементами сигнализации предельного состояния систем или сборочных единиц.

Для оценки работоспособности выпускаемых машин можно использовать автономные средства диагностирования (табл. 2). Многие диагностические средства, включенные в таблицу, входят в комплект линейной диагностической службы. С помощью этих передвижных диагностических установок можно диагностировать тракторы, автомобили, строительные и дорожные машины по более 100 параметрам, наиболее часто измеряемым.

Таблица 2

Основные диагностические средства

Диагностическое оборудование	Марка или модель	Назначение
<i>Машина в целом</i>		
Тормозные стенды	КИ-8927, КИ-4935, САК-И-670, IW-7	Определение тяговых и тормозных усилий, расхода топлива, состояния трансмиссий и электрооборудования машин в стационарных условиях
Измеритель мощности	ИМД-Ц	Измерение мощности и частоты вращения коленчатого вала
Топливомер	КИ-4818, КИ-13967М	Определение часового и удельного расхода топлива
Измеритель дымности цифровой	ИДЦ-1	Измерение дымности выхлопных газов
<i>Система двигателя внутреннего сгорания</i>		
Компрессометр	КИ-861, КИ-28125	Определение компрессии в цилиндрах двигателя
Вакуум-анализатор	КИ-5315М	Измерение разрежения в цилиндре
Тор	КИ-28136	
Универсальный Автостетоскоп	КИ-114М	Определение суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике
Устройство для измерения зазоров в кривошипно-шатунном механизме		
Индикатор расходов газов	КИ-4887-11, КИ-28126М, КИ-13671М	Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы по количеству газов, прорывающихся в картер
Прибор для измерения герметичности цилиндров	К-69М	Определение технического состояния гильзы, поршневых колец, сопряжения «гнездо — клапан» и прокладки головки

Приспособление для проверки герметичности воздушного тракта	КИ-4870	блока Проверка загрязненности и разгерметизации воздухоочистителя двигателя внутреннего сгорания
Приспособление для контроля топливной аппаратуры	КИ-4801, КИ-28132	Проверка перепада давления до и после фильтров грубой очистки
Приспособление для контроля форсунок	КИ-9917, КИ-562М, КИ-16301М	Проверка давления и качества распыливания топлива
Устройство для контроля топливного насоса высокого давления	КИ-4802	Проверка максимального давления, развиваемого секцией насоса, и герметичности нагнетательного клапана
Приспособление для проверки масляного насоса	КИ-4858, КИ-28156	Контроль масляного насоса и клапана системы смазки
Индикатор ресурса подшипников	НПП-12	Определение ресурса подшипников
<b>Трансмиссия</b>		
Технические эндоскопы	ZOND	Выявление неисправностей визуальным осмотром

<i>Гидросистема</i>		
Прибор для определения работоспособности гидросистемы	КИ-1097Б, КИ-28084М, ТДР13-142, КИ-28097М	Определение давления и расхода жидкости в сборочных единицах гидропривода
Гидротестер	ГТ-2	Определение объемных потерь в сборочных единицах гидропривода
Гидротестер	ГТП-3-6	Определение работоспособности гидропривода СДМ
<i>Электрооборудование</i>		
Вилка нагрузочная	ЛЭ-2	Определение степени разряженности аккумуляторных батарей
Прибор	КИ-1093	Контроль стартера и генератора с регулятором напряжения без снятия с машины
Стенды	Э-205, КИ-968, Э-214, мод. 537	Контроль электрооборудования без снятия и со снятием с машины

Прибор	Э-204	Проверка состояния контрольно-измерительных приборов
--------	-------	--

*Система управления*

Прибор	КИ-402	Контроль свободного хода рулевого колеса
Динамометр	ДПУ-0,02-2	Определение усилия на рычагах управления и рулевом колесе

*Передвижные, стационарные и переносные модули средств по контролю, регулировке и ремонту СДМ*

Передвижной ремонтно-диагностический пост на базе: ГАЗ-3307, ЗИЛ-5301, «Газель» и др.	КИ-28016	Выполнение работ по диагностированию, ТО и ремонту СДМ
Стационарный пост техсервиса СДМ	КИ-28065М, КИ-13919М	Выявление и устранение неисправностей при ТО и ремонтах
Переносной модуль средств диагностики	КИ-28092, КИ-28092М	Диагностирование при ТО и ремонтах

Вопросы для самопроверки:

1. Какие параметры и технические средства используются при диагностировании механизмов и деталей подъемно-транспортных машин?
2. Приведите основные принципы организации диагностирования.
3. Какая роль информационных технологий при организации диагностирования СДМ?

Основная литература:

[1-3] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5,10] из раздела 7.

## 9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы

Выполнение обучающимися курсовой работы производится с целью:

- 1) систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;
- 2) углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- 3) формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- 4) формирования умений использовать справочную, нормативную документацию;
- 5) развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

При выполнении курсовой работы необходимо составить годовой план-график технического обслуживания и ремонта конкретной ПТСДМ, разработать карту смазки и предложить комплекс мероприятий по транспортированию конкретной ПТСДМ.. Для этого необходимо:

- рассчитать количество ТОиР машин;
- составить годовой план ТОиР машин;
- составить годовой график ТОиР машин;
- рассчитать рабочие дни месяца постановки машины на ТОиР;
- составить месячный план-график ТОиР машин;
- перечислить работы, выполняемые при ТО машины;
- составить карту смазки машины;
- составить технологическую карту на выполнение работ по ТО какого-либо агрегата или сборочной единицы машины;
- определить марки топлива и масла, а также возможность его применения в ДВС машины;

Задание на курсовую работу оформляется на отдельно пронумерованном листе в печатном виде и снабжается заголовком «Задание». Задание не нумеруется как раздел и размещается сразу же за титульным листом. Лист задания включают в общее количество страниц отчета.

В содержании следует указать все заголовки отчёта и страницы, с которых они начинаются. Заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте.

Введение отчёта предназначено для краткого, вводного ознакомления с сутью и обоснованием курсовой работы. Должно быть выполнено краткое обоснование актуальности темы, сформулированы цель и задачи работы, ее новизна.

В заключении следует дать оценку полноты и качества выполнения задач, определённых заданием. Заключение содержит краткое изложение выводов по теме работы. Оно не должно носить характер сжатого пересказа всей работы, в нем должны быть изложены итоговые результаты. Эта часть исполняет роль концовки, обусловленной логикой проведенного исследования, которая носит форму синтеза накопленной в основной части работы - последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

Заключительная часть предполагает наличие обобщенной итоговой оценки проделанной работы. В некоторых случаях возникает необходимость указать пути продолжения исследования темы, формы и методы ее дальнейшего изучения, а также конкретные задачи, которые будущим исследователям придется решать в первую очередь.

Список использованных источников должен включать перечень источников: книг, периодических изданий, электронных ресурсов и Интернет-ресурсов, перечень справочной литературы, использованных при подготовке материалов основного раздела отчёта. Количество использованных источников и литературы в курсовой работе, как правило, должно быть не менее 15-20.

При защите курсовой работы обучающийся должен не только правильно излагать свои мысли, но и аргументировано отстаивать, защищать выдвигаемые выводы и решения.

Оформление курсовой работы: объём отчёта должен составлять 20-30 страниц печатного текста. Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титальном) листе номер не ставится.

Курсовая работа должна быть правильно оформлена, написана грамотно и аккуратно. Начинать работу нужно с тщательного изучения дисциплины в объеме программы. Далее необходимо подобрать соответствующий литературный и практический материал. В процессе написания можно привлечь дополнительную литературу. Не возбраняется использование переработанных данных электронных ресурсов. Работа должна быть логичной, научной по своему содержанию; в ней в систематизированной форме должны быть изложены материалы проведенного исследования и его результаты.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Microsoft Imagine Premium (ОС Windows 7 Professional);
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License;
- КОМПАС-3D V13;
- APM WinMachine.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
1	2	3	4
ЛР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 4
ПЗ	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315;	№ 1- № 2

		<p>Системный блок CPU 4000.2*512MB;  Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF;  Системный блок AMD Athlon 64X2;  Системный блок Celeron 2,66;  Сканер HP 3770;  Монитор 15 LG;  Системный блок iCel 433;  Принтер HP LJ P2015</p>	
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	<p>Учебная мебель, проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88  Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire  Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek)  Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD</p>	-
КР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	<p>Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD;  Системный блок Cel D-315;  Системный блок CPU 4000.2*512MB;  Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF;  Системный блок AMD Athlon 64X2;  Системный блок Celeron 2,66;  Сканер HP 3770;  Монитор 15 LG;  Системный блок iCel 433;  Принтер HP LJ P2015</p>	-
СР	ЧЗ-1	<p>Учебная мебель, оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung);  принтер HP LaserJet P2055D</p>	-

Приложение 1

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент Компетенции	Раздел	ФОС
ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	1. Основы теории технической диагностики	Экзаменационные вопросы 1 – 9
ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	2. Методы измерения диагностических параметров	Экзаменационные вопросы 10– 19
		3. Технические средства диагностирования	Экзаменационные вопросы 20 - 25

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование темы
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения.</li> <li>2. Техническая диагностика и прогнозирование.</li> <li>3. Связь технической диагностики с надежностью и качеством.</li> <li>4. Тестовое диагностирование.</li> <li>5. Функциональное диагностирование.</li> <li>6. Этапы проектирования.</li> <li>7. Глубина поиска дефектов и достоверного диагностирования.</li> <li>8. Алгоритмы функционирования технических средств диагностирования.</li> <li>9. Структура технических средств диагностирования.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика действующих нагрузок и их влияние на работу машин, методы измерения нагрузок, применяемая аппаратура и приборы.</li> </ol>
2.	ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Параметры диагностирования.</li> <li>11. Размеры и расположение объектов.</li> <li>12. Влажность.</li> <li>13. Вязкость.</li> <li>14. Плотность.</li> <li>15. Структура материала.</li> <li>16. Вибрация.</li> <li>17. Шум.</li> <li>18. Удар.</li> <li>19. Дефектоскопия и интроскопия.</li> <li>20. Техническая диагностирование ДВС.</li> <li>21. Техническая диагностирование гидропривода.</li> <li>22. Техническая диагностирование ходового оборудования.</li> <li>23. Техническая диагностирование рабочих органов.</li> <li>24. Техническая диагностирование систем управления машин.</li> <li>25. Основные виды испытаний.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Методы измерения диагностических параметров</li> <li>3. Технические средства диагностирования</li> </ol>



### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b> (ОПК-2) -методики исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) -основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p><b>Уметь:</b> (ОПК-2) -проводить исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) -разрабатывать основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p><b>Владеть:</b> (ОПК-2) -методиками исследования конструкций наземных транспортно-технологических систем; (ПК-4) -навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.</p>	<b>отлично</b>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует полное освоение теоретического содержания дисциплины; представляет практические навыки работы на учебных стендах учетом основных требований безопасности; все учебные задания выполнены правильно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
	<b>хорошо</b>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в усвоении учебного материала им допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков решений практических задач.
	<b>удовлетворительно</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса.
	<b>неудовлетворительно</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий технической диагностики СДМ, навыков решения практических задач на учебных стендах.

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Изучение дисциплины «Техническая диагностика ПТ СДМиО» охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Характеристика действующих нагрузок и их влияние на работу машин, методы измерения нагрузок, применяемая аппаратура и приборы.
2. Методы измерения диагностических параметров.
3. Технические средства диагностирования.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для практических занятий, а также при подготовке к экзамену, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Практическая работа» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на практических занятиях, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, практических занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Техническая диагностика ПТ СДМиО**

**1. Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: осуществление информационного поиска по технической диагностике ПТ СДМиО; участие в составе коллектива исполнителей в разработке технических условий на проектирование и техническое описание ПТ СДМиО; участие в составе коллектива исполнителей в проектировании и технической диагностике ПТ СДМиО.

Задачей изучения дисциплины является: дать общие сведения об основных тенденциях и направлениях в развитии оборудования, используемых на предприятиях строительного комплекса; получение общих сведений об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области строительной индустрии.

**2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛР – 14 час., ПЗ – 14 час., Лк-12 час., СР – 131 час.  
Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Характеристика действующих нагрузок и их влияние на работу машин, методы измерения нагрузок, применяемая аппаратура и приборы.
2. Методы измерения диагностических параметров.
3. Технические средства диагностирования.

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

ПК-4 - способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.

**4. Вид промежуточной аттестации:** экзамен, КР.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры СДМ № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы от «06» марта 2015г. №162.

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413.

**Программу составил:**

Кобзов Дмитрий Юрьевич, д.т.н., профессор

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «\_\_» декабря 2018г., протокол № \_\_

И.о. заведующего кафедрой СДМ \_\_\_\_\_ К.Н. Фигура

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой СДМ \_\_\_\_\_ К.Н. Фигура

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «\_\_» декабря 2018 г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель методической комиссии МФ \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_

