РОСЖЕЛДОР

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

С И Б И Р С К И Й Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й У Н И В Е Р С И Т Е Т

П У Т Е Й С О О Б Щ Е Н И Я (СГУПС)

К защите:

Заведующий выпускающей кафедрой «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин», д.т.н., профессор

_____ Ильиных А.С.

«_____» июня 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (строительные, дорожные и путевые машины)»

Тема: Оценка технического состояния ДВС автомотрисы АДМ-1

БР.БМС.50.2018

Выполнил Пашуткин В.П. _____ _____
(Фамилия И.О.) (дата) (подпись)

Руководитель д.т.н., профессор Глушков С.П. _____ _____
(уч. степень, должность)(Фамилия И.О.) (дата) (подпись)

Консультанты по разделам:

Экономический к.т.н., доцент Ядрошникова Г.Г. _____ _____
(наименование раздела) (уч. степень, должность) (Фамилия И.О.) (дата) (подпись)

Безопасность жизнедеятельности
д.т.н., профессор Глушков С.П. _____ _____
(наименование раздела)(уч. степень, должность)(Фамилия И.О.) (дата) (подпись)

Нормоконтролер: к.т.н., доцент Алехин А.С. _____ _____
(уч. степень,должность) (Фамилия И.О.) (дата) (подпись)

2018

РОСЖЕЛДОР

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

С И Б И Р С К И Й Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й У Н И В Е Р С И Т Е Т

П У Т Е Й С О О Б Щ Е Н И Я (С Г У П С)

Заведующий выпускающей кафедрой «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин», д.т.н., профессор

_____ Ильиных А.С.

«____» _____2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(бакалаврская работа)

23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (строительные, дорожные и путевые машины)»

Студенту Пашуткину Виктору Петровичу
(Фамилия, Имя, Отчество)

Тема Оценка технического состояния ДВС автомотрисы АДМ-1

Утверждена приказом по Университету № 493/С от « 18 » мая 2018г.

Задание выдано « 07 » мая 2018г.

Срок сдачи законченной работы на кафедру « 13» июня 2018г.

Исходные данные:

Результаты НИР кафедры «ТТМ и ЭМ» СГУПС.

Результаты производственной и преддипломной практики на Саянской дистанции энергоснабжения Красноярской железной дороги ОАО «РЖД».

Содержание и объем расчетно-пояснительной записки

Наименование раздела	Количество страниц	Сроки выполнения
Введение	1	07.05.18
1 Аналитическая часть		
1.1 Общая характеристика предприятия	10	07.05.18
1.2 Конструктивные особенности автомотрисы АДМ-1	4	07.05.18
1.3 Анализ методов технического диагностирования	6	07.05.18
1.4 Описание существующих инструментальных методов контроля качества переходных процессов	3	07.05.18
2 Исследовательская часть		
2.1 Методика проведения экспериментов	6	04.06.18
2.2 Результаты экспериментальных исследований	2	04.06.18
2.3 Предложения по совершенствованию динамического метода диагностики	11	
2.4 Экономический раздел	1	04.06.18
2.5 Охрана труда	2	04.06.18
Заключение	1	04.06.18
Список использованных источников	2	04.06.18
Всего	49	

Содержание и объем графической части

Наименование графических документов (чертежей, схем, графиков)	Количество листов формата А1	Сроки выполнения
1 Общее устройство автомотрисы АДМ-1	1	11.06.18
2 Диагностическое оборудование	1	11.06.18
3 Результаты измерений	1	11.06.18
Всего	3	

Консультанты по разделам

Наименование раздела	Фамилия И.О.	Подпись
Экономический	Ядрошникова Г.Г	
Безопасность жизнедеятельности	Глушков С.П.	

Руководитель д-р тех. наук, проф. Глушков С.П. _____ _____
(уч. степень, звание)(Фамилия И.О.) (дата) (подпись)

Студент Пашуткин В.П. _____ _____
(Фамилия И.О.) (дата) (подпись)

Состав выпускной квалификационной работы

1	Задание на проектирование	
2	Аннотация	
3	Пояснительная записка	
4	Графическая часть	
4.1	Титульный лист	
4.2	Общее устройство автомотрисы АДМ-1 БР.БМС.50.2018.00.00.01 Д1	
4.3	Диагностическое оборудование БР.БМС.50.2018.00.00.02 Д1	
4.4	Результаты измерений БР.БМС.50.2018.00.00.03 Д1	

Р О С Ж Е Л Д О Р

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

С И Б И Р С К И Й Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й У Н И В Е Р С И Т Е Т

П У Т Е Й С О О Б Щ Е Н И Я (С Г У П С)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (строительные, дорожные и путевые машины)»

Тема: Оценка технического состояния ДВС автомотрисы АДМ-1

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

БР.БМС.50.2018ПЗ

2018

Аннотация

Выпускная квалификационная работа посвящена практическому решению задачи контроля технического состояния двигателей внутреннего сгорания путевых машин на примере автомотрисы АДМ-1 с использованием переходных процессов свободного разгона двигателя. Преимуществом данного способа является оперативность и приспособленность к проведению технического диагностирования в реальных условиях эксплуатации без использования дорогостоящего технологического оборудования.

Содержатся результаты построения переходных процессов свободного разгона двигателей с различным техническим состоянием с помощью измерителя мощности ИМД-ЦМ. Предложены пути модернизации данного способа диагностики.

Данная работа содержит введение, 2 раздела, заключение и список использованной литературы. Пояснительная записка изложена на 57 страницах. В ней имеются 1 таблица и 27 рисунков. Графическая часть содержит 3 листа формата А1.

ABSTRACT

Final qualification work is devoted to the practical solution of a problem of control of technical condition of internal combustion engines of on-track machines on the example of the ADM-1 railcar with use of transition processes of free dispersal of the engine. Advantage of this way is the efficiency and fitness to carrying out technical diagnosing in actual practice of operation without use of expensive processing equipment.

Results of creation of transition processes of free dispersal of engines with different technical condition by means of the power meter IMD-ZM contain. Ways of modernization of this way of diagnostics are offered.

This work contains introduction, 2 sections, the conclusion and the list of the used literature. The explanatory note is stated on 57 pages. In it there are 1 table and 27 drawings. Agraphic part contains 3 leaves of the A1 format.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…….... 8

1 Аналитическая часть…….……..…….…….. 9

1.1 Общая характеристика предприятия …… 9

1.2 Конструктивные особенности автомотрисы АДМ-1…… 18

1.3 Анализ методов технического диагностирования ……..…. 23

1.4 Описание существующих инструментальных методов контроля качества переходных процессов…… 29

2 Исследовательская часть …….……... 32

2.1 Методика проведения экспериментов……..…….……..….. 32

2.2 Результаты экспериментальных исследований……..……...……. 37

2.3 Предложения по совершенствованию динамического метода диагностики……. ……..…. 39

2.4Экономический раздел ……...……..…… 50

2.5Охрана труда …….……..... 51

Заключение…….. 54

Список использованных источников…… 55

Железнодорожный подвижной состав, в том числе, специализированный (СПС), должен содержаться в эксплуатации в исправном техническом состоянии за счет своевременного и качественного проведения планово-предупредительных видов ремонта и технического обслуживания. Это необходимо для обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта и соблюдения требований охраны труда и пожарной безопасности [1]. Если СПС достиг установленной наработки до первого капитального ремонта, но при этом пригоден по техническому состоянию для дальнейшего использования, то его межремонтная норма может быть увеличена[2].Одно из важнейших мест в совершенствовании технической эксплуатации отводится обеспечению безотказности и надежности узлов и агрегатов машин, в том числе, силовым установкам с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Особую роль при этом играет разработка методик своевременного и качественного технического диагностирования ДВС и своевременное и качественное проведение по его итогам регламентных или же внеплановых технических воздействий. Чтобы реализовать оперативное диагностирование в практических условиях эксплуатации, необходимо обеспечить постановку диагноза с помощью надежных, но не дорогостоящих и компактных технических средств. В связи с этим следует обратить внимание на использование динамических характеристик переходных процессов энергетических установок. В данной работе предлагается использовать переходные процессы, возникающие при свободном разгоне ДВС.

Цель работы– разработать и применить на практике методику диагностирования технического состояния двигателей внутреннего сгорания автомотрис АДМ-1 с использованием переходных процессов свободного разгона.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить конструктивные особенности автомотрис типа АДМ-1.

2. Провести анализ имеющиеся сведений о методах технического диагностирования ДВС и установить взаимосвязи основных неисправностей ДВС и

параметров переходных процессов свободного разгона двигателя.

3. Выполнить экспериментальные исследования переходных процессов находящихся в эксплуатации автомотрис АДМ-1 и построить характеристики переходных процессов при свободном разгоне двигателей внутреннего сгорания с различным техническим состоянием.

4. Разработать пути совершенствования существующего диагностического оборудования.

5. Выполнить экономическую оценку целесообразности применения выбранного метода диагностирования.

6. Разработать мероприятия по обеспечению техники безопасности при проведении диагностических работ.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Общая характеристика Саянской дистанции электроснабжения ЭЧ–7

В соответствии с указанием МПС от 15 февраля 1965г. Г-3792 1апреля 1965 г. на линии Абакан – Тайшет организован Саянский участок энергоснабжения в составе Абаканского отделения дороги. Приказ №36 Н от 01.04.1965г. подписал начальник Восточно – Сибирской железной дороги Головатый А.Т.

1 апреля 1979 года Саянский участок энергоснабжения №13 в связи с разукрупнением Восточно – Сибирской железной дороги отнесен к Красноярской ж.д. и переименован в Саянский участок энергоснабжения №7.

В соответствии с указанием МПС № 97–У от 28.11.1986 г. в связи с изменением наименований некоторых предприятий и подразделений участок энергоснабжения, переименован в дистанцию электроснабжения. Первым начальником энергоучастка был назначен молодой инженер Семененко Владимир Дмитриевич, грамотный и высокообразованный человек, характерная его черта как руководителя – это сочетание демократизма и высокой требовательности в работе.

Саянская дистанция электроснабжения в период с 2003 по 2018 год имеет развернутую длину 837 км, с 581 км 1 пикета ст. Стофато по 1032 км 5 пикет ст. Тайшет, и 28 км 10 пикет ст. Авда. Что включает в себя 9 районов контактной сети и 7 тяговых подстанций, ремонтно – ревизионный участок, ремонтно – наладочный цех и район электроснабжения.

Саянская дистанция электроснабжения ЭЧ – 7 расположена по адресу: 663973, Красноярский край, Рыбинский район, п. Саянский, ул. Транспортная, д. 24.

Территория ЭЧ–7 рис 1.1, по периметру ограждена забором из железобетонных плит (местами вставки железных плит) протяженностью 340 м, площадь территории 4600 м², имеются одни ворота для въезда (выезда) автотранспорта, калитка для входа (выхода) сотрудников. С правой стороны от административного здания имеются ворота для прохода, а также для въезда (выезда) автотранспорта на задний двор. На заднем дворе находятся складские помещения цехов ЭЧК-41,ЭЧС, РНЦ и ремонтно – механические мастерские.

Административное здание ЭЧ–7 Саянской дистанции электроснабжения представлено на рис. 1.2.

Административное здание Саянской дистанции электроснабжения ЭЧ–7 включает в себя: административно-управленческий аппарат, район контактной сети (ЭЧК–41), сетевой участок (ЭЧС–17), ремонтно-наладочный цех (РНЦ), бокс для стоянки трех аварийно-восстановительных автомобилей и гараж для автоматрис АДМ–1, с выездом на ж\д пути общего пользования.

На территории, прилегающей к ЭЧ–7, с правой стороны находится организации ОАО «РЖД» ДПМУ-11 и восстановительный поезд (ВП–9). С задней стороны ЭЧ–7 проходят железнодорожные пути станции Саянская, переходя через которые находится территория тяговой подстанции (ЭЧЭ–33).

Также на этой территории расположен ремонтно – ревизионный участок (РРУ).

Напротив ЭЧ–7 в 0,3 км через дорогу располагается поселок Саянский. Промышленных предприятий нет. Напротив ЭЧ проходит автомобильная дорога, соединяющая населенные пункты Саянского, Партизанского и Рыбинского районов.

Функциональное предназначение объекта и характеристика строений: эксплуатация и ремонт устройств электроснабжения, и технического обслуживания автомотрис АДМ–1.

Структура дистанции электроснабжения

На рис. 1.3 представлена структура управления дистанции электроснабжения.

Для обеспечения нормальной эксплуатации всех устройств электроснабжения на ЭЧ созданы:

- 9 районов контактной сети ЭЧК
- 9 тяговых подстанций
- 1 район электроснабжения
- 1 ремонтно-ревизионный участок
- 1 механические мастерские
- 2 энергодиспетчерских пункта
- 1 приписной штат дорожная электротехническая лаборатория
- 1 контора дистанции электроснабжения

Непосредственно начальнику дистанции электроснабжения подчиняются два заместителя, главный инженер и энергодиспетчерские группы,

бухгалтер, выполняющий роль экономиста, отдел охраны труда, отдел кадров, технический отдел. Каждый заместитель управляет группой однородных подразделений и обеспечивает организацию эксплуатации устройств электроснабжения. Им непосредственно подчиняются начальники соответствующих подразделений: районов контактной сети, тяговых подстанций, районов электроснабжения, ремонтно-ревизионного участка, автохозяйства и мастерских, а также инженеры технического отдела, обеспечивающие техническое управление ЭЧ.

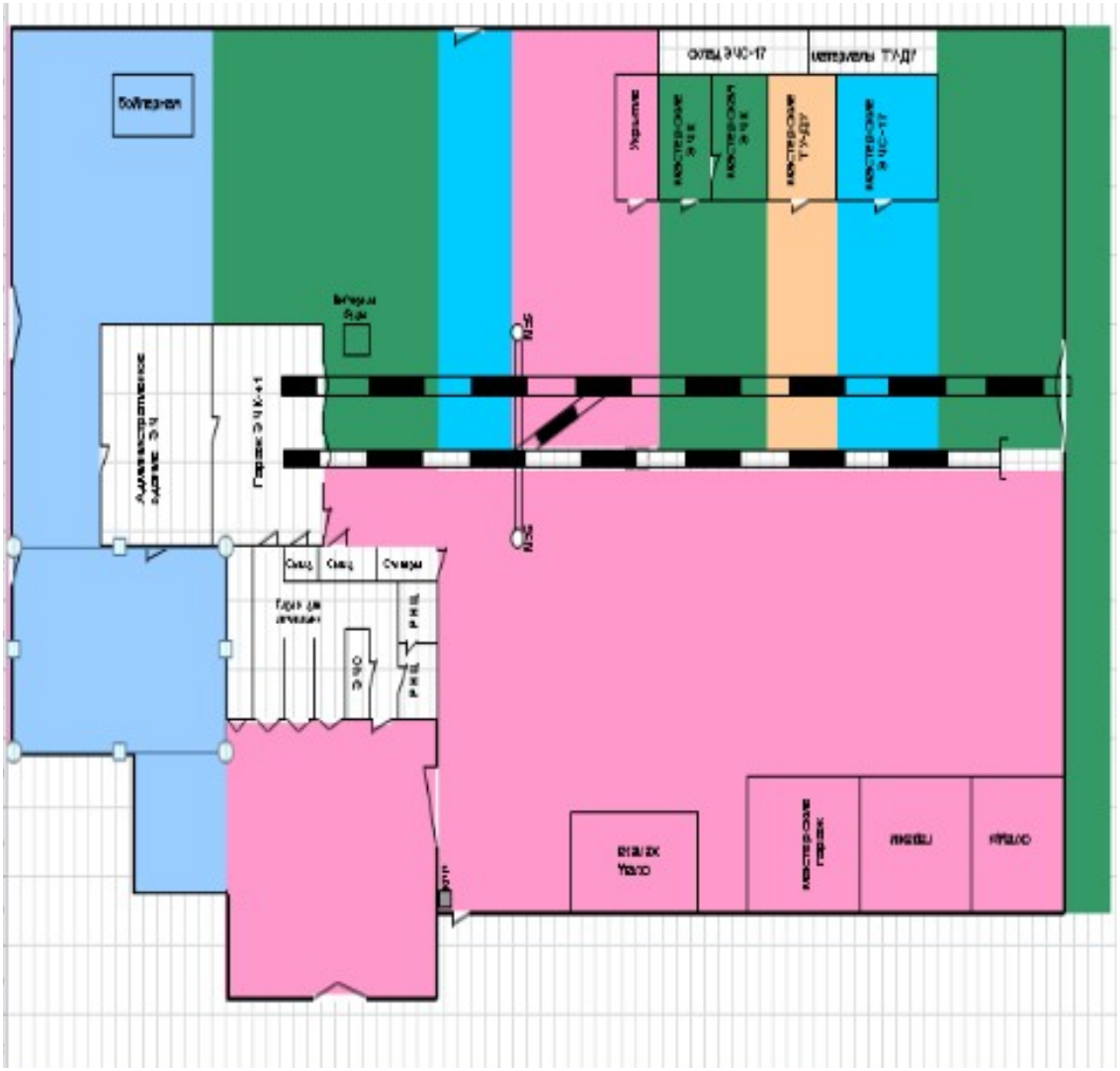


Рисунок 1.1– Схема территории Саянской дистанции электроснабжения

Главный инженер непосредственно занимается организацией капитального ремонта и строительства, а также обеспечивает выполнение требований техники безопасности при производстве работ всеми подразделениями ЭЧ. Главному инженеру подчиняются инженер по охране труда и старший инженер технического отдела.

Энергодиспетчерская группа, возглавляемая старшим энергодиспетчером (ЭЧЦС), осуществляет оперативное управление технологическими процессами электроснабжения и производством планово-предупредительных ремонтов. Ей оперативно подчинены начальники всех подразделений ЭЧК, ЭЧЭ, ЭЧС, РРУ. Энергодиспетчерская группа размещается на энергодиспетчерском пункте, который находится в административном здании ЭЧ–7.



Рисунок 1.2 – Административное здание Саянской дистанции электроснабжения

Старший инженер подчиняется главному инженеру и руководит инженерами отдела, обеспечивая управление организацией капитальных ремонтов и строительства по всем подразделениям участка энергоснабжения. За инженерами техотдела закрепляют группы однородных подразделений, они также могут выполнять целевые функции.

В состав техотдела входят инженеры по электроснабжению, тяговым подстанциям, контактной сети, линиям автоблокировки и продольного электроснабжения, энергонадзору. Каждый инженер техотдела подчиняется непосредственно старшему инженеру и соответствующему заместителю начальника дистанции электроснабжения. Инженеру по охране труда в вопросах охраны труда подчиняются все начальники подразделений и их персонал.

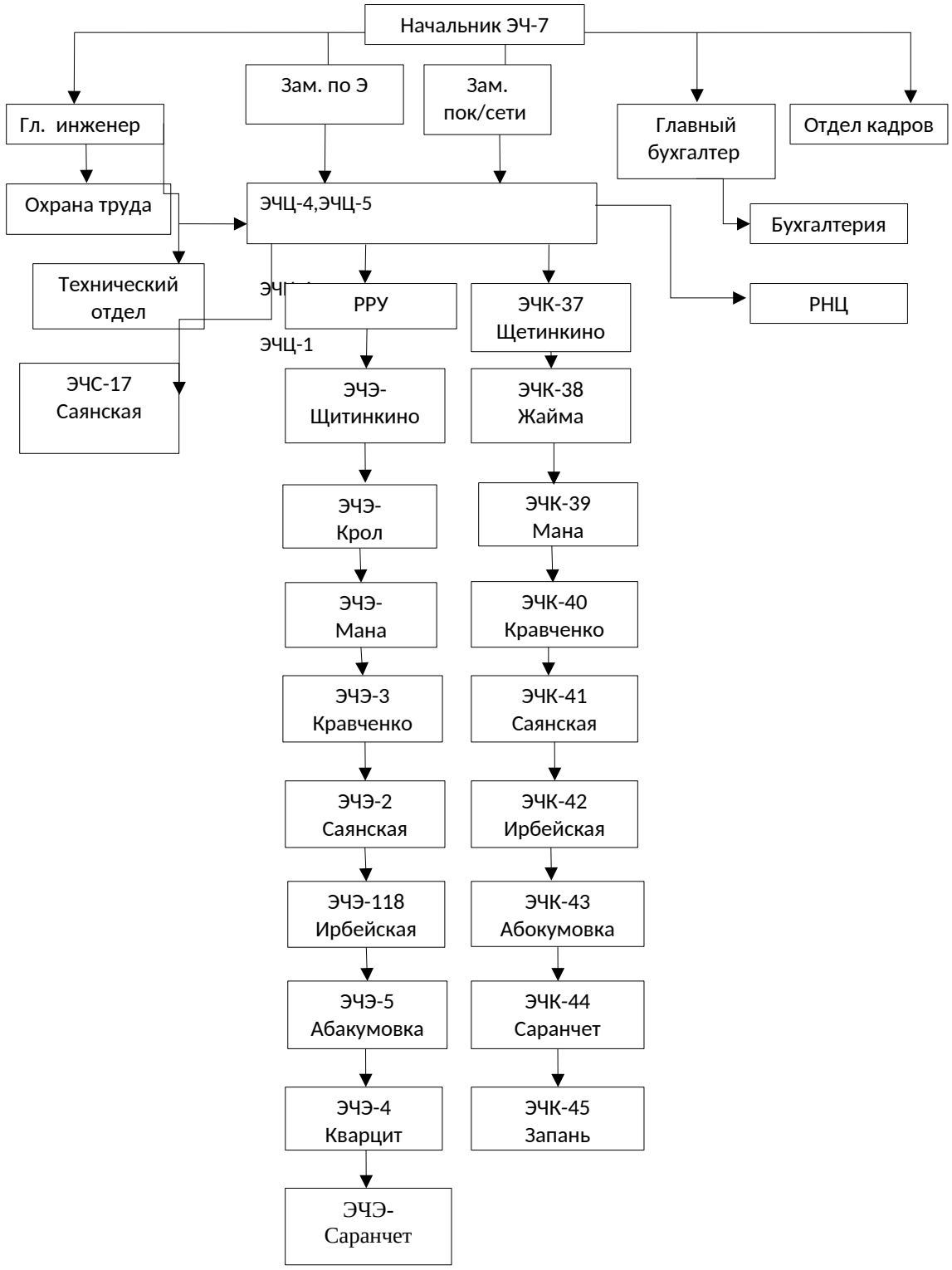


Рисунок 1.3 – Структура управления дистанции электроснабжения

Начальники подразделений осуществляют административно-техническое руководство персоналом своих подразделений, планируют их работу, несут ответственность за исправное содержание устройств электроснабжения, закрепленных

за ними, и обеспечение безопасных условий производства работ. Оперативный и ремонтный персонал, входящий в состав соответствующих подразделений, принимает непосредственное участие в производстве работ, как правило, только на обслуживаемых ими устройствах.

Эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электроустановок осуществляет специально подготовленный электротехнический персонал, который подразделяется на:

- Административно – технический;
- оперативный;
- ремонтный;
- оперативно – ремонтный.

Данные по дистанции:

Эксплуатационная длина электрифицированных участков 477 км Развернутая длина контактной сети 837 км

Протяженность линий электроснабжения устройств СЦБ 258,73 км

Протяженность в/в линий электропередач 13,2 км

Протяженность н/в линий электропередач 50,708 км

Число трансформаторных подстанций 48 шт.

Число тяговых подстанций 9 шт.

Постов секционирования 4 шт.

Пунктов параллельного соединения 4 шт.

Число единиц моторно-рельсового транспорта 10 шт.

Техническая деятельность ЭЧК

Бригады №1- по осмотру, верховой диагностике и планированию работ, находятся в оперативном подчинении заместителя начальника дистанции по контактной сети.

Бригады №2 – по планово-предупредительным работам и текущему содержанию устройств электроснабжения находятся в оперативном подчинении

начальника района контактной сети на территории которого производятся работы. Основной задачей бригады №2 является выполнение плана ППР на участках обслуживания, содержание технических средств в исправном состоянии, как технически, так и эстетически.

Бригады №3 – по неотложным работам находятся в оперативном подчинении начальника района контактной сети, на территории которого будет производиться работы и заместителя начальника дистанции по контактной сети. Основной задачей бригад №3 по неотложным работам является:

- оперативное устранение замечаний, выявленных бригадами №1 и №2;
- работы в ночное время и в выходные, праздничные дни;
- проведение аварийно-восстановительных работ;
- обеспечение электробезопасности подрядных организаций и смежных хозяйств;
- капитальный ремонт устройств электроснабжения;
- выполнение ППР и текущего ремонта.

Работа ССПС

ССПС – специальный самоходный подвижной состав, предназначен для проведения аварийно-восстановительных работ на железнодорожных путях общего пользования, а так же для ремонта и содержания путевого хозяйства и устройств контактной сети. ССПС включает в себя следующие типы машин: в службе пути ДГКу – дрезина грузовая с крановой установкой, МПТ – мотовоз путейский транспортный, оборудованной крановой установкой, АГД – автомотриса грузовая дизельная, оборудована крановой установкой, в службе электроснабжения: АДМ – автомотриса дизельная монтажная, оборудована крановой установкой и монтажной площадкой.

АРВ – автомотриса ремонтно – восстановительная, оборудована монтажной площадкой и вибропантографом для очистки гололеда с проводов контактной

сети, а так же для измерения высоты контактной подвески и величины зигзагов контактной сети.

АДМ –автомотриса дизельная монтажная предназначена для проведения аварийно-восстановительных работ, а так же работ по текущему содержанию контактной сети и линий автоблокировки.

На 01.05.2018 г. в дистанции эксплуатируется 10 единиц ССПС, в т.ч. АДМ-1 10 единиц. Все 10 автомотрис оборудованы системой безопасности КЛУБ-УП.

АДМ-1.3 №1356 числится в Щетинкинском районе контактной сети (ЭЧК–37).Участок обслуживания – Джебь–Щетинкино–Крол.

АДМ-1 №1072 числится в Жайминском районе контактной сети (ЭЧК–38). Участок обслуживания – Крол–Жайма.

АДМ-1.3 №1480 числится в Кравчинском районе контактной сети (ЭЧК–40). Участок обслуживания Кой–Кравченко.

АДМ-1.3 №1137 числится в Саянском районе контактной сети (ЭЧК-41). Участок обслуживания Кравченко–Саянская–Козыла.

АДМ-1.3 №1750 числится в Ирбейском районе контактной сети (ЭЧК-42). Участок обслуживания Козыла–Ирбейская–Коростелево.

АДМ-1 №927 числится в Абакумовском районе контактной сети (ЭЧК-43). Участок обслуживания Коростелево–Абакумовка–Хайрюзовка.

АДМ-1.3 №1286 числится в Саранчетском районе контактной сети (ЭЧК-44). Участок обслуживания Хайрюзовка–Саранчет–Туманшет.

В данный момент АДМ- 1.3 №1286 находится в капитальном ремонте на станции Суховская Восточно–Сибирской железной дороги.

АДМ-1 №425 числится в Запаньском районе контактной сети (ЭЧК-45). Участок обслуживания Туманшет–Запань–Тагул.

АДМ-1 №022 числится в Саянском ремонтно-наладочном цехе (РНЦ). Выполняет доставку материалов для ремонта контактной сети и горюче - смазочных материалов на отдаленные участки обслуживания. На время капитального

ремонта автоматрисы АДМ-1.3 №1286, АДМ-1 №022 отправлена на станцию Саранчет в ЭЧК–44.

АДМ-1№714 числится в Манском районе контактной сети (ЭЧК–39). Участок обслуживания Жайма–Мана–Кой.

На дистанции планируется в 2019 году проведение по титулу текущего ремонта второго объема автомотрисы АДМ-1 №425.

Саянская дистанция электроснабжения ЭЧ-7 в 2017 году аттестована на право проведения ТО-1 и ТО-2 в пределах своей дистанции. Также в октябре 2017 года проведена аттестация на право проведения текущего ремонта первого объема ТР-1 в гараже ЭЧ-7 станции Саянская силами сторонних организаций.

1.2 Конструктивные особенности автомотрисы АДМ-1

Монтажная автомотриса АДМ-1 (рис. 1.4) предназначена для выполнения ремонтно-монтажных и аварийно-восстановительных работ контактной сети на электрифицированных железных дорогах под напряжением 3,3 кВ постоянного тока и 27,5 кВ переменного тока; а также при необходимости питания электроэнергией потребителей в полевых условиях; для транспортирования платформ с различными грузами и проведения маневровых работ; перевозки рабочих бригад. Автомотриса имеет двухосную самоходную конструкцию. На ее передней консоли устанавливается несущая кабина с краном, а на задней консоли – монтажная площадка. Грузоподъемный кран с телескопическим механизмом служит, в первую очередь, для выполнения монтажа и демонтажа опор контактной сети. Кроме того, он может быть использован для погрузки и выгрузки различных грузов. Автомотриса АДМ-1 обладает следующими основными техническими характеристиками [3]:

Мощность силовой установки..……220 кВт

Скорость конструкционная на площадке……90 км/ч

Грузоподъемность собственной платформы…… 5 т

Грузоподъемность крана без дополнительных опор min/max…. 3,2/1,2 т

Грузоподъемность крана с доп. опорами на вылете до 5,5 м ……3,2 т

Грузоподъемность крана с доп. опорами на вылете 8 м …….2,2 т

Грузоподъемность рабочей площадки ……..….500 кг

Грузоподъемность люлек крана……400 кг

Высота подъема от уровня головки рельсов грузового крюка…..…8,2 м

Высота подъема пола рабочей площадки ……7,2 м

Высота подъема рабочей площадки ……..…6,9 м

Длина по осям автосцепок…….. 12960 мм

Ширина…… 3150 мм

Высота……..…….….. 5190 мм

База……7000 мм

Нагрузка прицепная при маневрах на станции ……300 т

Нагрузка прицепная при следовании на перегоне ……60 т

Масса конструктивная ……34500 кг

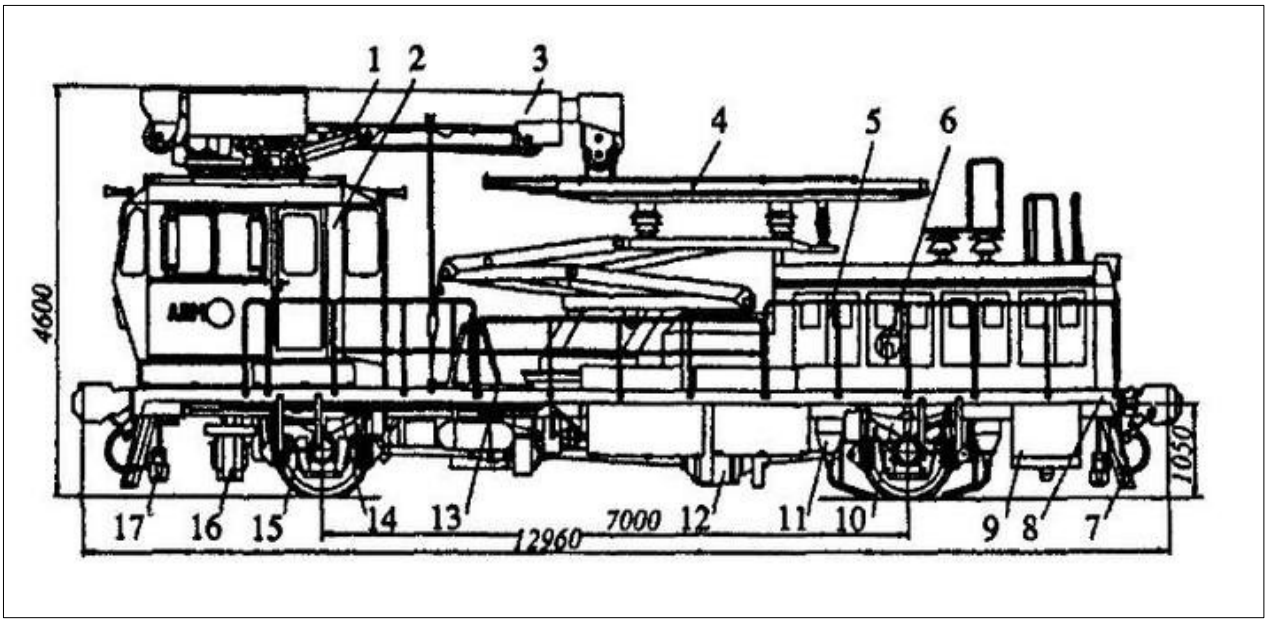


Рисунок 1.4 – Общий вид автомотрисы АДМ-1

Общее устройство автомотрисы приведено на рис. 1.5. Конструктивной особенностью данного типа СПС является наличие гидромеханической передачи,

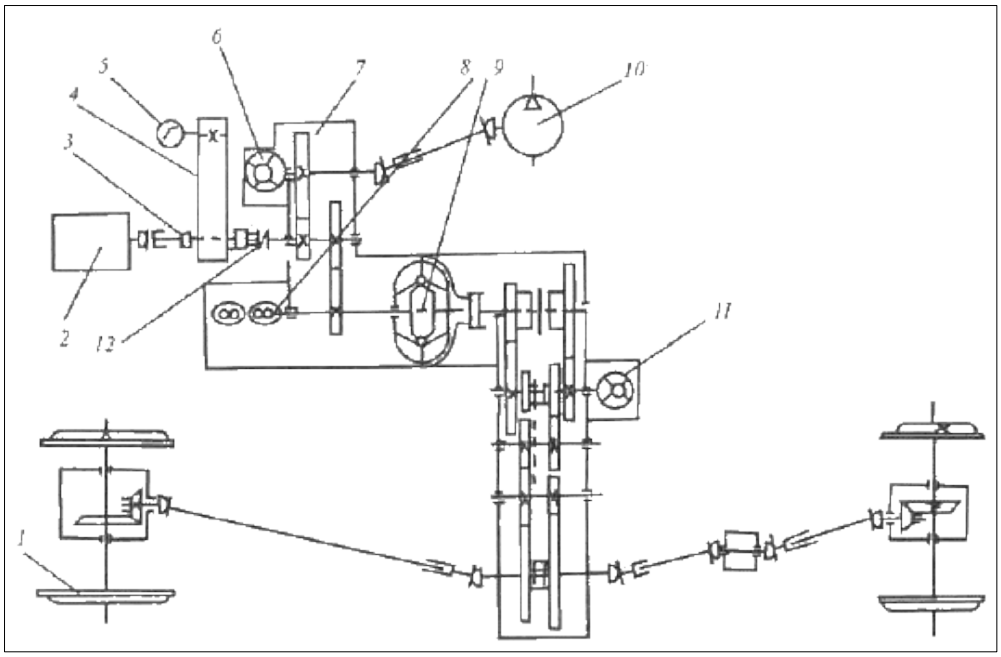
кинематическая схема которой приведена на рис. 1.6.

В силовой установке автомотрисы АДМ-1 преимущественно используются двигатель ЯМЗ-238Б, а также его модификации. Данный двигатель дизельный четырехтактный с воспламенением от сжатия размерностью D×S=130×140 мм с рабочим объемом 14,86 л, 8-цилиндровый, с V-образным расположением цилиндров, непосредственным впрыском топлива и жидкостным охлаждением. Двигатель оснащен турбонаддувом и механизмом отбора мощности. Номинальная мощность двигателя при частоте вращения 2000 об/мин составляет 221 кВт (300 л.с), максимальный крутящий момент при частоте вращения коленчатого вала 1200… 1400 об/ мин – 1180 Нм. Габаритные размеры двигателя составляют 1575×1045×1070 мм, масса 1272 кг. Общий вид, поперечный и продольный разрезы двигателя ЯМЗ-238Б приведены на рис. 1.7…1.9.



1 – гидравлическая система; 2 – кабина; 3 – грузоподъемный кран; 4 - монтажная площадка; 5 – канат; 6 – силовой агрегат; 7 пневматическая система; 8- рама; 9 – топливная система; 10 – рессорная подвеска; 11 – песочница; 12 - система питания гидропередачи; 13 – основание барабана; 14 – выключатель рессор; 15 – ходовая часть; 16 – аутригеры; 17 – электрооборудование

Рисунок 1.5 – Общее устройство автомотрисы АДМ-1



1 –пары колесные; 2 –двигатель ЯМЗ-238Б; 3 –вал карданный; 4 – привод генератора; 5 – генератор; 6 – гидропередача УГП-230; 7,11 – импульсные насосы; 8 – блок-насос; 9 – гидротрансформатор; 10 – компрессор

Рисунок 1.6 – Кинематическая схема гидромеханической передачи

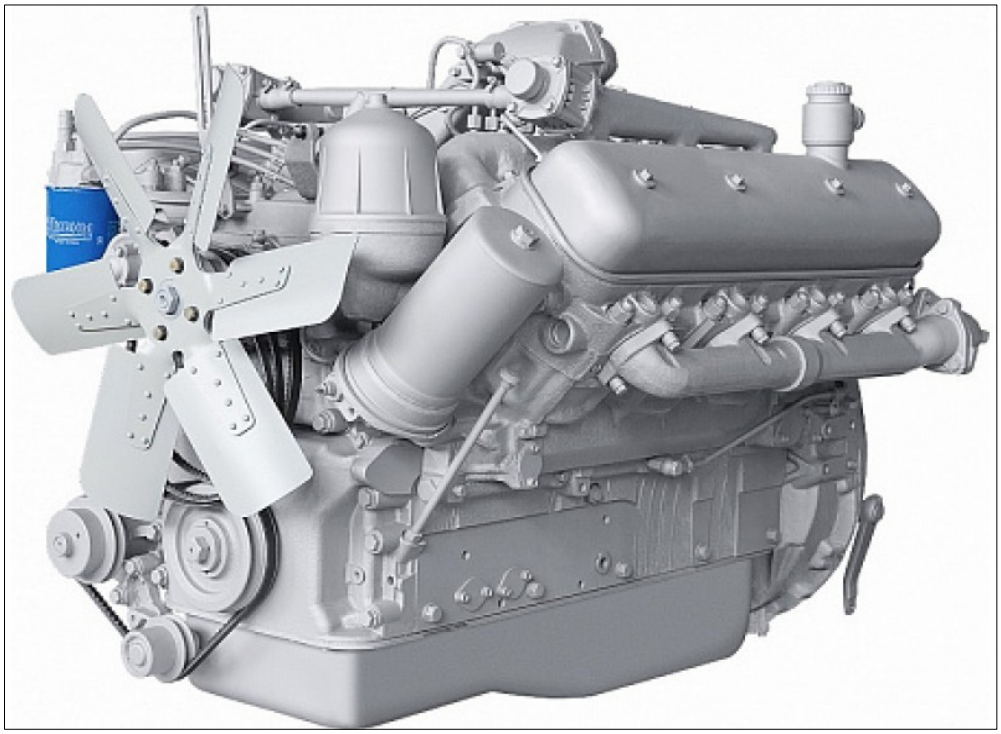


Рисунок 1.7 – Общий вид двигателя ЯМЗ-238Б

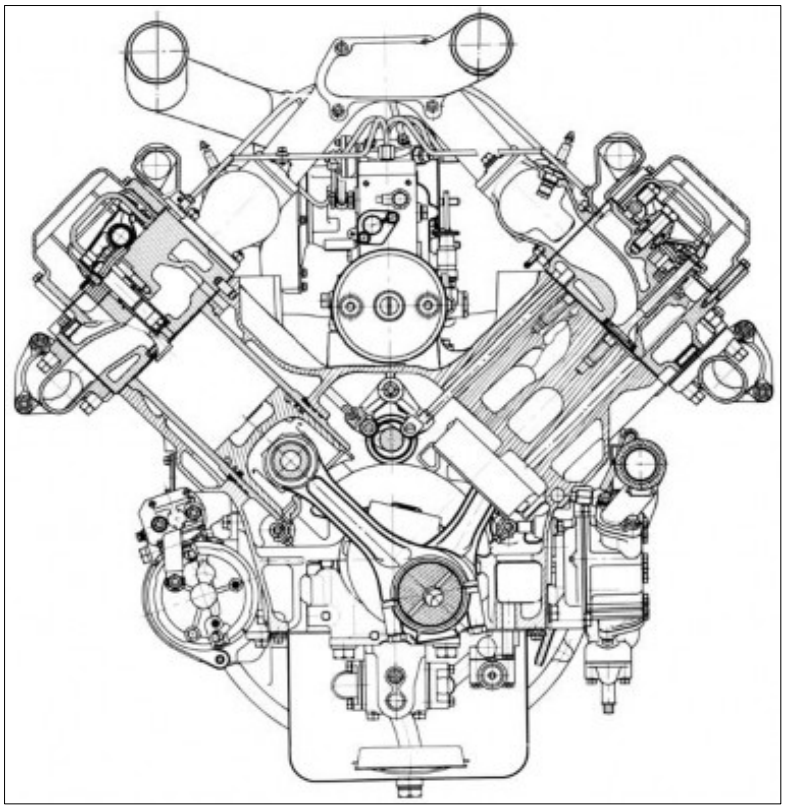


Рисунок 1.8 – Поперечный разрез двигателя ЯМЗ-238Б

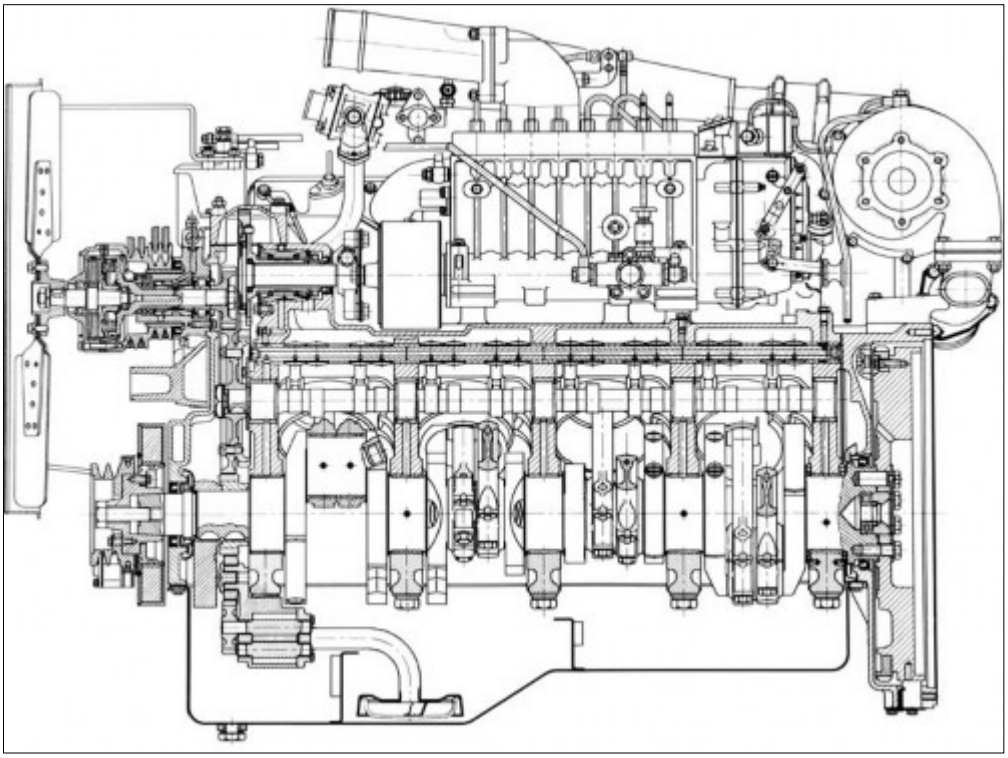


Рисунок 1.9 – Продольный разрез двигателя ЯМЗ-238Б

1.3 Анализ методов технического диагностирования

Диагностирование – это процесс определения технического состояния объекта, причем преимущественно безразборным способом. Диагноз о техническом состоянии объекта ставится по средством анализа внешних признаков либо измерения характеризующих техническое состояние объекта величин. В дальнейшем измеренные величины сопоставляются их с нормативными значениями. Техническое диагностирование – это неотъемлемая составная часть системы технического обслуживания (ТО) и ремонта машин, Конкретный объект (машина, агрегат, механизм, деталь) диагностируются на основании проведения суммы соответствующих, выполненных в определенной последовательности, операций технологического процесса диагностики [4, 5]. Система технической диагностики представляет собой совокупность методов и средств проведения работ и собственно объекта диагностирования (рис. 1.10).В процессе диагностирования участвует также и технический персонал.

Методы диагностирования машин в зависимости от используемых способов технических измерений и физической сущности используемых параметров можно разделить на различные группы разными способами. Один из таких вариантов, определяющих классификацию средств технической диагностики, приведен на рисунке 1.11. Принято, в основном, делить средства диагностирования на внешние, среди которых можно выделить стационарные и переносные, и встроенные или бортовые, которые изначально входят в состав машины или же монтируются в ее составные части в процессе эксплуатации. Возможно использовать и субъективные (органолептические)методы диагностирования, основанные на использовании органов чувств, а также умений и навыков персонала.

Существуют функциональные и тестовые системы диагностирования. Функциональная система основана на проведении диагностики непосредственно в рабочем процессе машины, а тестовая – на измерении диагностических параметров в условиях его искусственного воспроизведения. С учетом дискретности процесса различаются непрерывные и периодические системы диагностирования.

Первый случай предполагает наличие встроенных средств диагностирования, а второй – предполагает проведение диагностики при наступлении определенных моментов времени или в момент достижения определенной наработки. Такие моменты, как правило, наступают перед проведением очередного ТО или ремонта.

Выделяют три основные группы средств, позволяющих провести технические измерения параметров, выбранных в качестве диагностических. Первая группа – это те средства, которые работают в основном, используя имитацию или подобие скоростных и нагрузочных режимов работы. Примерами таких средств могут служить нагрузочный стенд, стенд с беговыми барабанами (для колесных машин). Вторая группа включает в себя средства, предназначенные для оценки параметров износа узлов и механизмов и, в итоге, работоспособности машин и их отдельных элементов. Например, это методы измерения интенсивности изменения величины давления, присущего определенному потоку жидкости или газа, и т.п. Для третьей группы характерными признаками являются объективное измерение и оценка структурных параметров.



Рисунок 1.10 – Структурная схема системы диагностирования

Наиболее важными являются функциональные системы диагностирования, а среди измеряемых в этом случае параметров наиболее важным, является мощность энергетической установки, поскольку именно это параметр, в первую очередь, определяет производительность путевой машины. Среди существующих методов оценки мощности ДВС можно выделить следующие:

– тормозные;

– парциальные;

– бестормозные.

Величина эффективной мощности ДВС зависит от полноты сгорания и количества подаваемого в цилиндры топлива, а также от частоты вращения коленчатого вала. Фактически на величину мощности работающего двигателя в значительной мере влияют абсолютные значения и параметры колебаний. Если двигатель работает без нагрузки, то его эффективную мощность следует считать равной нулю. Поэтому тормозные методы являются наиболее точными среди известных методов оценки мощности. Используемые при этом тормозные установки могут создавать необходимое сопротивление механическим, воздушным, гидравлическими электрическим путем.

Тормозные методы испытания ДВС обладают высокой точностью, но они не могут быть применены вследствие конструктивных особенностей автомотрисы АДМ-1 для оценки внешних показателей ее силовой установки. Кроме того, такой метод диагностирования отличается высокой стоимостью и не универсальностью, так как требует обязательного наличия возможности подключения к коленчатому валу двигателя. Одним из вариантов устранения данных недостатков являются так называемые парциальные методы испытаний. Эти методы основаны на отключении части цилиндров, что позволяет использовать тормозные установки малой мощности. Но при этом невозможно устранение основного недостатка тормозных методов контроля, а именно высокой стоимости диагностического оборудования. Помимо того, далеко не всегда современные конструкция двигателя позволяет реализовать данный режим работы. Неприемлем он и при

диагностировании силовой установки автомотрисы АДМ-1.

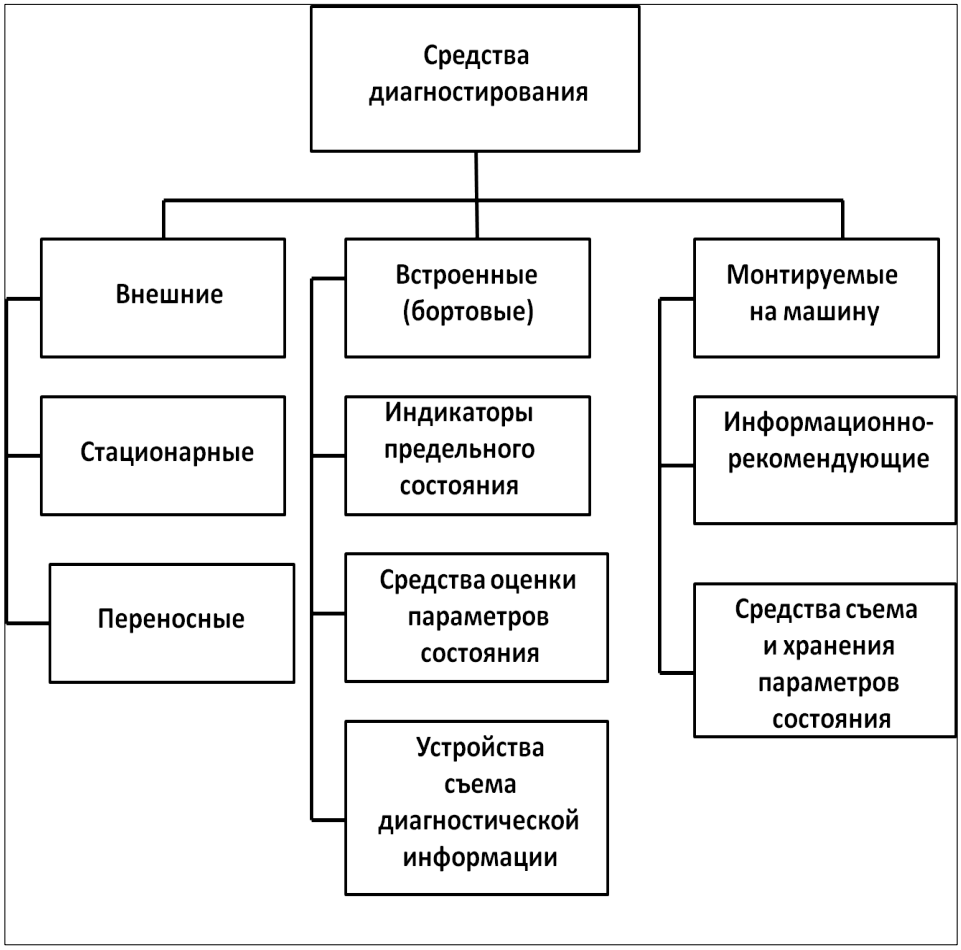


Рисунок 1.11 – Вариант классификация средств технической диагностики машин

В итоге, можно утверждать, что наиболее перспективными для достижения поставленной в данной работе цели являются бестормозные способы диагностирования технического состояния ДВС. Бестормозные методы оценки мощности можно выполнить путем отключения от работы части цилиндров ДВС, путем замера значений эффективного расхода топлива и измерением параметров переходных процессов.

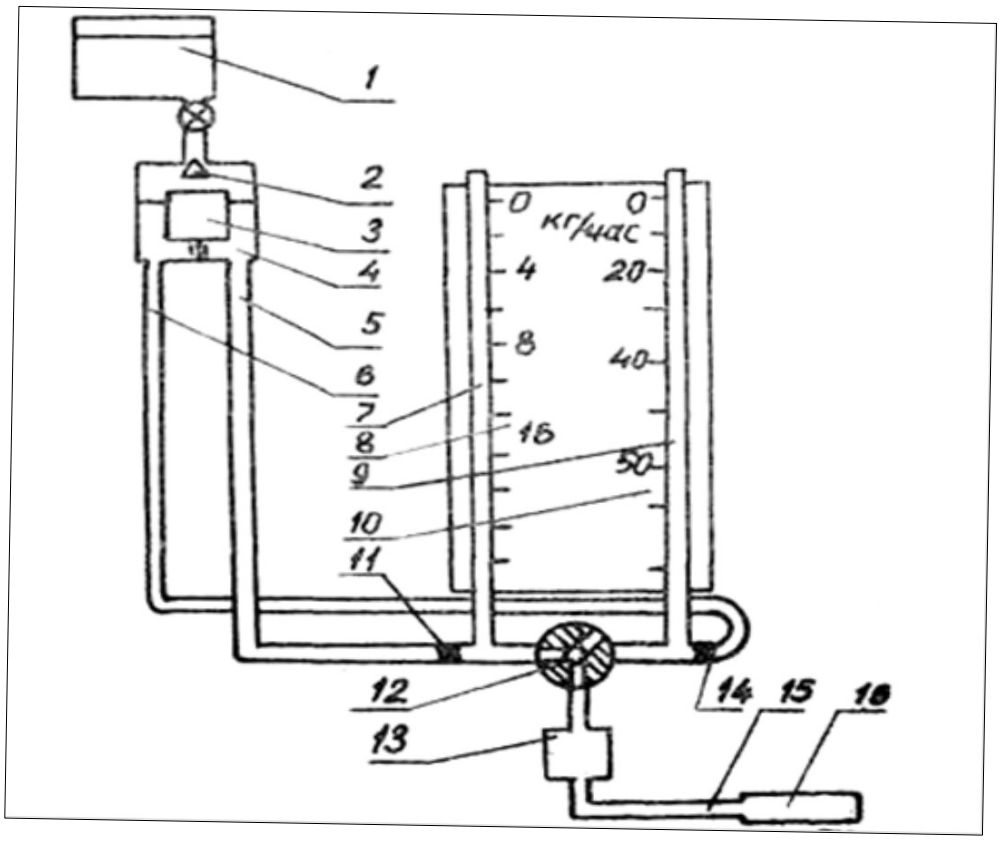
Оценить мощность и экономичность дизельных ДВС путем измерения расхода топлива можно, к примеру, используя расходомер КИ-8940 конструкции ГОСНИТИ (рис. 1.12) [6]. Измеряется расход топлива данным устройством путем измерения перепада давления в сужающемся отверстии диафрагмы. Измерительные

трубки и поплавковая камера устройства сообщены между собой через встроенные калиброванные диафрагмы. Измеряется расход топлива и производится оценка мощности двигателя внутреннего сгорания следующим образом. При неработающем ДВС и закрытом трехходовом кране устройства в поплавковой камере и измерительных трубках расходомера уровни топлива одинаковы и равны нулю. При работе же двигателя и изменении величины расхода топлива путем переключения трехходового крана топливо поочередно подводится к различным измерительным трубкам, а диафрагма устройства не дает топливу вытекать из поплавковой камеры. Поскольку высота столба жидкости в соединительных трубках является постоянной величиной, то при уменьшении давления в задиафрагменном пространстве снижается и величина уровня топлива в измерительной трубке. Следовательно, в режиме установившейся нагрузки дизельного двигателя разницей уровня топлива в измерительной трубке и поплавковой камере можно оценить величину расхода топлива. Но для оценки эффективной мощности ДВС посредством измерения расхода топлива все равно необходимо загрузить двигатель, используя тормозной стенд или имитатор нагрузки, смонтированный на впускном тракте [6].

Из этого следует сделать вывод о том, что наиболее целесообразно оценивать мощность двигателя по его реакции на изменение нагрузки. Это позволит обеспечить простоту и оперативность контроля. Изменить нагрузку можно и при отсутствии стендов и иных нагрузочных устройств, выключая из работы некоторые из цилиндров диагностируемого двигателя или нагрузив энергетическую установку собственными силами инерции в процессе его разгона до максимальной частоты вращения.

Поочередно выключая из работы цилиндры двигателя ,можно оценить величину его мощности оценивается по уровню снижения частоты вращения коленчатого вала ДВС в условиях имитации нагрузки. Для этого у дизельных ДВС следует прекратить подачу топлива в очередной цилиндр, отключив топливопровод высокого давления, ведущий от ТНВД к форсунке, а у искровых двигателей –

отключить высоковольтный провод соответствующей свечи зажигания. Выключение цилиндров позволяет нагрузить двигатель компрессорным эффектом сжатия вхолостую воздуха в камере сгорания. Чем ниже мощность отключаемого цилиндра, тем значительнее уровень уменьшения угловой скорости вращения коленчатого вала. Данная процедура помогает выявить не развивающие установленной мощности цилиндры двигателя, и оценить величину потерь мощности в процентах. Вычислив сумму полученных результатов, мы можем оценить мощностные характеристики двигателя в целом.



1– топливный бак; 2 – клапан; 3 – поплавок; 4 –камера поплавковая;
5, 6 –трубка соединительная; 7, 9 – трубка измерительная; 8, 10 – шкалы; 11, 14 – диафрагма; 12 – кран; 13 – камера измерительная; 15 – рукав;
16 – наконечник

Рисунок 1.12 –Устройство расходомера КИ-8940 ГОСНИТИ

Используемый в данной работе метод оценки мощности двигателя с использованием параметров переходных процессов (без использования внешних

источников нагрузки)основан на измерении интенсивности свободного разгона ДВС путем измерения ускорения коленчатого вала. Свободный разгон осуществляется путем включения режима полной подачи топлива и, соответственно, разгона двигателя от минимально устойчивой частоты вращения холостого хода до максимальной скорости. Двигатель при этом оказывается нагруженным собственными силами инерции его движущихся масс, которые для каждого конкретного двигателя являются постоянной величиной.

1.4 Описание существующих инструментальных методов контроля качества переходных процессов

Различными научными исследованиями установлено, что наиболее эффективно с экономической точки зрения, а также исходя из необходимости сокращения времени проведения и трудоемкости ТО и ремонта, использовать безразборные методы диагностики, основанные на измерении параметров качества переходных процессов в самом двигателе внутреннего сгорания и в элементах системы автоматического регулирования его частоты вращения. Наиболее известными и реализуемыми на практике являются разработки Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ).В этом научном учреждении создан так называемый динамический метод диагностики, позволяющий не только оценивать мощность ДВС, но и выявлять наличие неисправностей конкретных узлов и агрегатов, приводящих к изменению мощности двигателя [7…11].Среди таких возможностей известны, например исследования в области оценки технического состояния цилиндро - поршневой группы ДВС [12] и автоматических регуляторов частоты вращения [13].

Динамический метод диагностики основан, как уже указывалось, на измерении величины ускорения коленчатого вала свободного разгона двигателя при его движении от минимальной частоты вращения холостого хода до максимальных оборотов. Для оценки величины механических потерь в двигателе, наоборот,

измеряются отрицательные значения углового ускорения коленвала при выбеге ДВС. Для этих целей в СибИМЭ был разработан прибор ИМД-Ц (измеритель мощности двигателя), Его более совершенная модификация обозначается аббревиатурой ИМД-ЦМ. Данные приборы отличались достаточной точность измерений и относительной простотой эксплуатации.

Общий вид прибора для оценки мощности ИМД-Ц изображен на рис. 1.13. Устройство состоит из корпуса, блока устройства и стойки. В состав блока устройства, в свою очередь, входит передняя панель управления, на которой размещены клавишные переключатели рода работ, ручки потенциометров, гнезда «Вход», вход шнура питания и панель цифровой индикации результатов измерений.

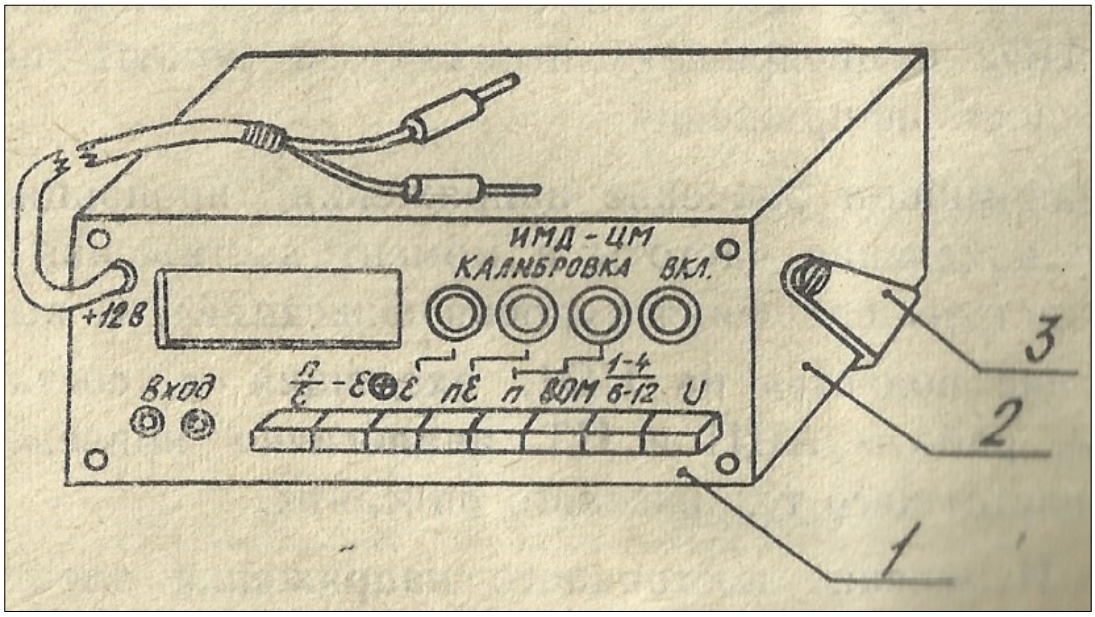


Рисунок 1.13 – Общий вид устройства ИМД-Ц:
1–панель управления, 2–корпус, 3– стойка

Диагностирование с использованием данного устройства заключается в контроле мощностных показателей двигателя и сравнении полученных значений с эталонными. Если измеренные значения значительно отличаются от эталонных, производится поиск неисправностей. Так как невозможно унифицировать различные двигатели по конструктивным параметрам, то в принципе действия диагностического прибора предусмотрено введение калибровочных коэффициентов,

которые зависят от количества зубьев венца маховика, значения частоты вращения, соответствующей режиму номинальной мощности, момента инерции двигателя, приведенного к коленчатому валу, и других причин. Под эталонными значениями подразумеваются величины угловых ускорений, которыми должен обладать исправный двигатель.

В итоге с помощью данного диагностического средства измеряются:

– частота вращения коленчатого вала;

– ускорение свободного разгона ДВС как характеристика его эффективной мощности;

– ускорение выбега как показатель уровня механических потерь;

– величина постоянного напряжения бортовой сети машины.

Полученные результаты измерений используются для:

– оценки эффективной мощности двигателя;

– определения показателей степени неравномерности работы цилиндров;

– оценки значений условной мощности механических потерь и опосредованно величины условного механического КПД;

– оценка распределения мощности по цилиндрам двигателя.

Скоростные динамические характеристики разгона ДВС, зафиксированные с помощью прибора ИМД-Ц, позволяют произвести оценку:

– частоты вращения, соответствующей максимальным значениям крутящего момента двигателя;

– величины номинальных значений показателей коэффициентов запаса крутящего момента.

Выводы по разделу

1. Диагностирование технического состояния двигателей внутреннего сгорания является неотъемлемым и обязательным элементом технической эксплуатации.

2. Применение функциональной диагностики ДВС, позволяющей оценить мощность и топливную экономичность силовой установки, позволит предупреждать появление отказов путевых машин в эксплуатации и обеспечить необходимые значения их производительности.

3. Наиболее целесообразно для оценки мощности ДВС автомотрисы использовать параметры переходных процессов, сопутствующих свободному разгону и выбегу двигателей внутреннего сгорания, которые могут быть зафиксированы с помощью измерителя мощности ИМД-ЦМ.

2 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Методика проведения экспериментов

Экспериментальные исследования имели целью показать, что в условиях эксплуатации специализированного подвижного состава железнодорожного транспорта(на примере автомотрисы АДМ-1)возможно реализовать методику контроля технического состояния ДВС, используя параметры переходных процессов, сопутствующих свободному разгону двигателя. Конечной целью таких исследований является определение эталонных характеристик свободного разгона ДВС, входящих в состав силовой установки путевой машины, и оценка изменения разгонных характеристик при возникновении или моделировании неисправностей дизельного двигателя различного характера [14].

В данной работе выполнялось моделирование основных неисправностей. В качестве моделируемых выбраны наиболее распространенные неисправности дизельных ДВС ЯМЗ-238Б, устанавливаемых на автомотрисы АДМ-1: увеличение и уменьшение угла опережения подачи топлива; увеличение расхода топлива; отказ части цилиндров двигателя.

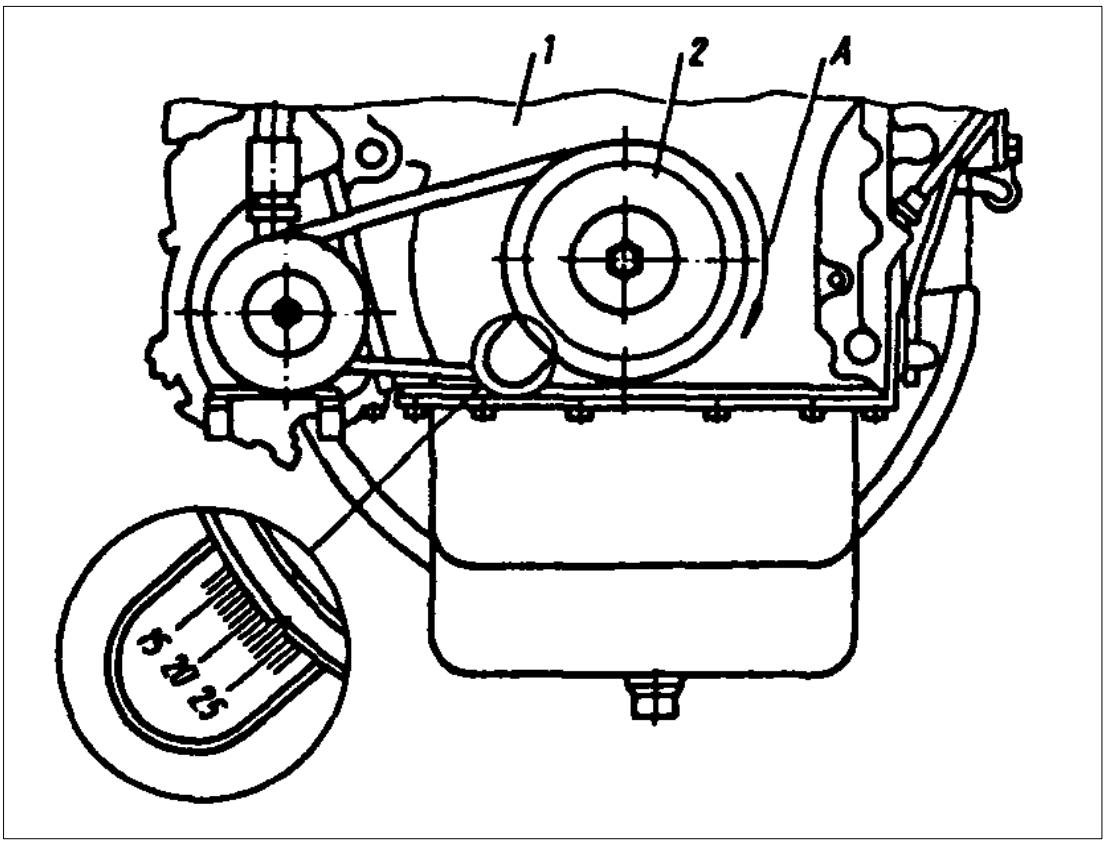
Угол опережения впрыска топлива регулировался посредством совмещения соответствующих контрольных меток, расположенных на шкиве коленчатого вала и на крышке шестерен распределения (рис. 2.1). Величина подачи топлива

изменялась посредством соответствующей регулировки топливного насоса высокого давления (ТНВД), а отказ части цилиндров двигателя имитировался путем отсоединения топливо провода высокого давления, идущего от ТНВД к соответствующей топливной форсунке.

При измерении параметров переходных процессов использовался модернизированный вариант измерителя мощности двигателя ИМД-ЦМ (рис. 2.2). Этот прибор имеет следующие технические характеристики [15].

1. Габаритные размеры: длина – 207 мм; ширина – 155 мм; высота – 83 мм.

2. Масса (включая массу первичных преобразователей) не более 4 кг.



1 – крышка распределительных шестерен; 2 – шкив коленвала; А - направление вращения коленчатого вала

Рисунок 2.1 – Регулировка угла опережения впрыска топлива двигателя ЯМЗ-238Б

3. Питание устройства осуществляется внешним источником постоянного тока (аккумуляторной батареей) с напряжением 10,8…13,5 В. Уровень потребления электрического тока составляет не более чем 0,5 А.

4. Продолжительность непрерывной работы прибора допускается в течение не более 8 ч.

5. Характеристика климатических условий эксплуатации: температура в диапазоне от –50 до +50°С, относительная влажность воздуха 98% при температуре 25 °С и атмосферном давлении 70…106,7 кПа (537…800 мм рт. ст.).

6. Средняя наработка на отказ составляет не менее 1000 ч.



Рисунок 2.2 – Общий вид измерителя мощности ИМД-ЦМ с индуктивными датчиками

Данное устройство в своей работе использует принцип преобразования частоты импульсов, получаемых с помощью индуктивного датчика частоты вращения, установленного напротив зубьев венца маховика, в величину напряжения сигнала. В режиме измерения частоты вращения коленчатого вала напряжение синусоидальной формы с выхода преобразователя частоты поступает на аналого-

цифровой преобразователь (АЦП). Измеренные значения отображаются на цифровом табло [13].

При измерении частоты вращения коленчатого вала в первичном преобразователе, который вворачивается в резьбовое отверстие кожуха маховика напротив его зубчатого венца, наводится сигнал с частотой, равной частоте вращения коленчатого вала, но при этом умноженной на число зубьев венца маховика. Данный первичный преобразователь имеет встроенный постоянный магнит и катушку индуктивности, что позволяет генерировать последовательность импульсов синусоидальной формы. Частота следования этих импульсов пропорциональна значениям угловой скорости коленвала ДВС. Счетчик импульсов через делитель частоты получает импульсы от кварцевого генератора устройства. Количество поступивших на счетчик импульсов в итоге и позволяет определить частоту вращения коленчатого вала. С выхода счетчика импульсов управляющие потенциалы поступают на цифровой индикатор, представляющий собой электронное табло, состоящее из четырех люминесцентных индикаторных ламп.

При измерении ускорения, являющегося в данном случае аналогом эффективной мощности ДВС, полученное на выходе преобразователя частоты напряжение поступает на вход дифференцирующего устройства. Величина этого напряжения пропорциональна угловому ускорению. Затем данное напряжение с выхода дифференциатора поступает на вход АЦП и в итоге отражается на цифровом табло в виде цифровых значений. Для запоминания значений напряжения, пропорциональных скорости изменения частоты в момент достижения установленной частоты вращения в приборе ИМД-Ц предусмотрено запоминающее устройство.

Для проведения измерений с помощью выбранного диагностического устройства первоначально необходимо просверлить отверстие в картере маховика и нарезать резьбу М16х1,5 с целью установки первичного преобразователя. Место сверления определяется инструкцией по эксплуатации приборов ИМД-Ц и ИМД-ЦМ. Затем перед проведением измерений необходимо выполняется

следующие операции [15]:

1.Прогреть двигатель до температуры картерного масла 80...85°С или, соответственно, температуры охлаждающей жидкости90...95°С. Заглушить двигатель.

2. Ввернуть в отверстие картера маховика индуктивный датчик (первичный преобразователь частоты вращения). Датчик вворачивается до упора в зубчатый венец маховика, затем необходимо отвернуть его на два оборота и зафиксировать контргайкой.

3. Подключить, соблюдая полярность, первичный преобразователь к питанию от аккумуляторной батареи. Включить питание поворотом ручки «Вкл» по часовой стрелке. При необходимости при ярком дневном свете затенить индикатор. Если не происходит свечения индикаторных ламп, следует заменить местами штекеры шнура питания.

4. Откалибровать прибор ИМД-ЦМ по частоте вращения. Калибровка осуществляется при нажатой клавише «n». Вращая ручку потенциометра «калибровка», необходимо установить на цифровом табло калибровочное значение для данной марки двигателя, затем повторным нажатием клавиша «n» возвращается в исходное состояние.

5. Откалибровать прибор по ускорению. Для этого необходимо нажать клавишу «ε» и вращением ручки соответствующего потенциометра, установить на цифровом табло калибровочное значение 327,2±0,5. Это значение является постоянным для всех дизельных двигателей. Повторным нажатием клавиша «ε» возвращается в исходное положение.

6. Установить частоту вращения, соответствующую угловой скорости измерения ускорения.

7. Запустить двигатель. Установить минимально устойчивые обороты коленчатого вала двигателя. Зафиксировать отражаемые на цифровом табло значения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Установить удобное для считывания время индикации результатов измерения на цифровом табло посредством вращения ручки потенциометра «Вкл».

8. Клавиша числа цилиндров устанавливается в положение, соответствующее числу цилиндров испытуемого двигателя. Исходное положение данной клавиши соответствует числу цилиндров двигателя 1-4, а нажатое – числу 6-12. Нажать кнопку «ε».

9. Рычаг управления подачей топлива для осуществления свободного разгона двигателя резко перевести в положение, соответствующее полной подаче. Записать показания цифрового табло, не меняя положения рычага управления топливоподачей.

10. Зафиксировать максимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя и нажать клавишу «–ε». Резко выключить подачу топлива. В момент появления цифровых показаний на индикаторе перевести рычаг управления топливоподачей в режим минимальных оборотов холостого хода. Записать результаты измерений.

11. По измеренному ускорению разгона оценить эффективную мощность двигателя. В процессе диагностирования двигателей, оснащенных газотурбинным наддувом, рекомендуется провести корректировку измеренных значений ускорения разгона по давлению наддува, измеренному перед проведением диагностики[15].

12. Оценить степень отклонения мощности двигателя от номинальных значений. Допускается уровень снижения мощности двигателя порядка 5%, а превышения – 7%.

13. Оценить (при необходимости) неравномерность работы цилиндров двигателя. Для этого необходимо разгонять ДВС, поочередно отключая один из цилиндров. Разность между ускорением разгона двигателя при работе на всех цилиндрах и ускорением, полученным при работе с одним отключенным цилиндром, является характеристикой индикаторной мощности каждого цилиндра. Допускаемая степень неравномерности работы цилиндров ДВС 12%.

2.2 Результаты экспериментальных исследований

Используемое в процессе экспериментов диагностическое оборудование позволило зафиксировать значения углового ускорения свободного разгона ДВС при различных величинах угловой скорости коленвала, измеренной в процессе свободного разгона двигателя от минимума до максимума. Значения угловой скорости задавались с небольшими интервалами во всем диапазоне частоты вращения испытуемого двигателя. Это позволило выполнить построение разгонных характеристик, аналогичных внешним скоростным характеристикам дизельного двигателя.

На рис. 2.3…2.7 представлены построенные по результатам измерений изображения переходных процессов свободного разгона ДВС, описываемых зависимостями углового ускорения коленчатого вала ε от частоты вращения коленчатого вала n. Разгон производился при различных моделируемых технических состояниях дизельного двигателя ЯМЗ-238Б. С целью оценки воспроизводимости результатов экспериментов измерения повторялись не менее десяти раз. При существенном отклонении от полученного среднего значения результат измерений не учитывался в качестве значимого результата.

Сводные характеристики переходных процессов, состоящие из зависимостей, соответствующих рисункам 2.3…2.7 приведены на рис 2.8.. Целью приведения сводных характеристик является наглядная иллюстрация перспективности использования переходных процессов при диагностирования технического состояния ДВС путевых машин. В случае необходимости при построении зависимостей углового ускорения свободного разгона от времени производилось усреднение полученных результатов. Это было необходимым в связи с тем, что абсолютная повторяемость результатов измерений невозможна из-за наличия погрешности измерительного оборудования, погрешности создания условий эксперимента (свободного разгона двигателя) и стохастичности работы двигателя внутреннего сгорания. На стохастичность рабочих процессов ДВС в значительной степени влияют возраст и техническое состояние диагностируемого двигателя.

В результате выполнения экспериментальных исследований была разработана укрупненная технология диагностирования ДВС путевых машин на основе использования параметров переходных процессов свободного разгона. Ее схема представлена на рис. 2.9.

2.3 Предложения по совершенствованию динамического метода диагностики

Прибор ИМД-ЦМ, выбранный в качестве экспериментального оборудования, также как и другие аналогичные приборы, обладает рядом несомненных достоинств. К ним относятся простота использования, компактность и низкая стоимость. Но при этом они имеют и ряд серьезных недостатков. Во-первых, диагностирование ДВС с использованием данных приборов возможно лишь в определенном диапазоне частот вращения коленчатого вала(как правило, не более 2100 об/мин), не позволяющем использовать устройства типа ИМД-ЦМ для диагностирования современных двигателей. Во-вторых, это устаревшая элементная база, которая, к сожалению, несовместима с современными компьютерными устройствами [24…27]. Поэтому данный метод технической диагностики может быть перспективным только в том случае, если диагностическое оборудование может использовано для широкого круга современных транспортных и транспортно-технологических машин.

Современные ДВС имеют значительно более широкий рабочий диапазон частоты вращения и углового ускорения разгона коленчатого вала, чем возможности измерения с помощью прибора ИМД-ЦМ. Следовательно, для реализации динамического метода диагностики в современных условиях необходим прибор, использующий тот же принцип, но способный измерять угловую скорость и угловое ускорение коленчатого вала двигателя в значительно более широком диапазоне.

Нецелесообразным в ряде случаев представляется и использование первичных преобразователей, требующих получения диагностического сигнала с зубьев

маховика ДВС. Это связано с тем, что выполнение сверления в кожухе маховика зачастую является трудноосуществимым из-за особенности конструкций путевых машин и, в любом случае, повышает трудоемкость контроля. Кроме того, заводы-производители могут быть против подобных воздействий в течение гарантийного периода. Из этого следует, что, необходимо использовать более современные и быстромонтируемые датчики угловой скорости коленчатого вала, например, лазерные или оптические. В качестве примера на рис. 2.10 показано применение оптического датчика для измерения параметров угловой скорости энергетической установки [16].

Использование современных оптических датчиков, кроме того, способствует повышению точности измерений. В современных условиях в процессе диагностирования необходимо обеспечение возможности коммутации систем диагностики на основе цифровой передачи информации с современными компьютерными средствами. При этом необходимо обеспечить использование стандартных программных продуктов. Данные задачи возможно реализовать как раз используя оптические датчики, так как в этом случае импульсы от зубьев маховика заменяются временными интервалами между метками диска оптического датчика, которые удобно представлять в цифровом виде. Скорость изменения этих интервалов и будет в этом случае являться информацией о величине угловой скорости и углового ускорения вращающихся деталей двигателя [16…18].

Необходимо выделить наличие двух путей совершенствования диагностического оборудования, позволяющего реализовать и усовершенствовать динамический метод диагностики. Первый путь – это создание переносных диагностических комплексов. Такие комплексы, состоящие из оптического датчика, аналого-во-цифровых преобразователей, средств коммутации и персонального компьютера, должны обладать возможностью передачи данных по сети мобильной связи или сети Интернет (рис. 2.11). Сеть Интернет в данном случае позволяет организовать контроль технического состояния машины, даже находясь на значительном удалении от нее.

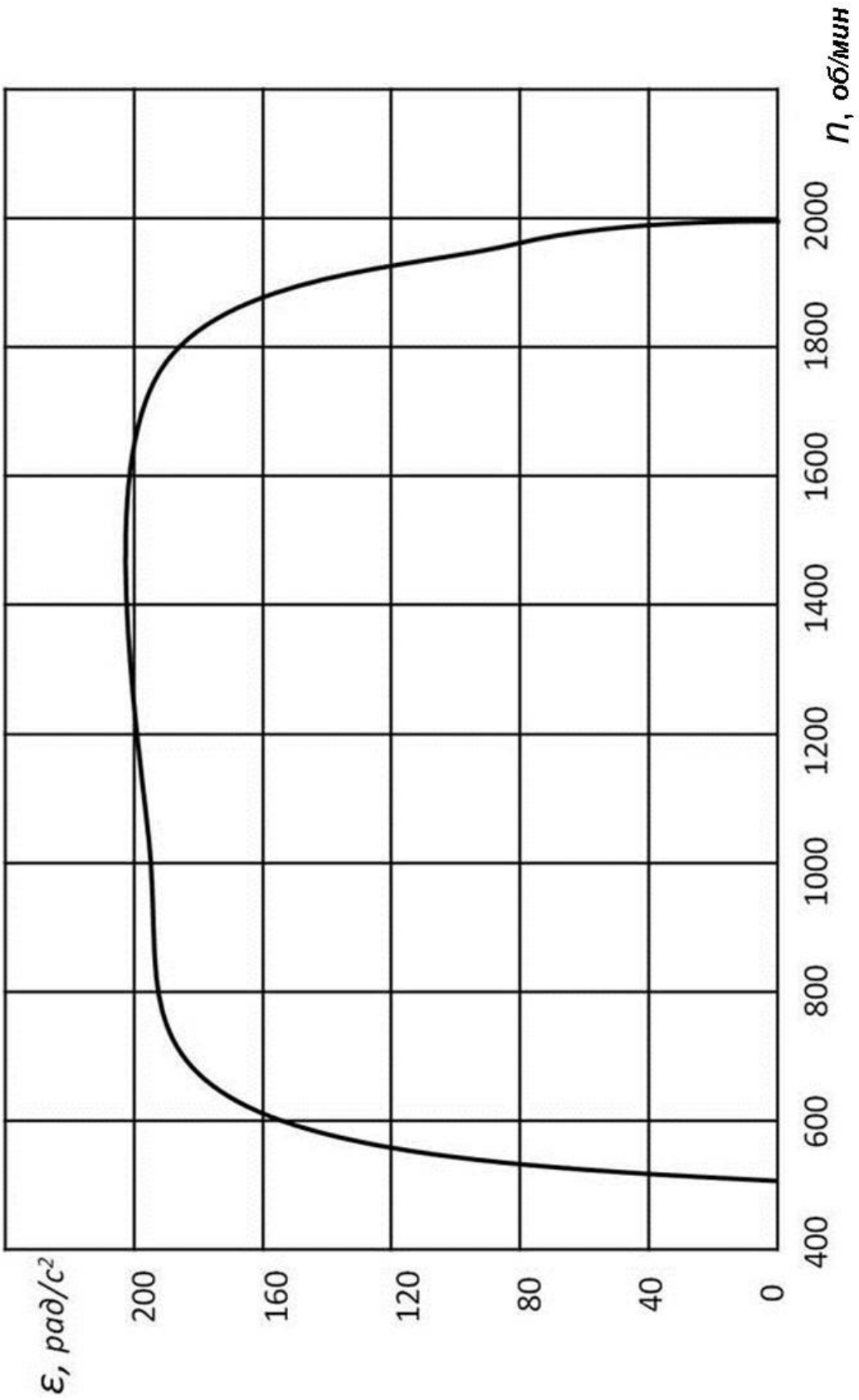


Рисунок 2.3–Переходный процесс свободного разгона исправного ДВС

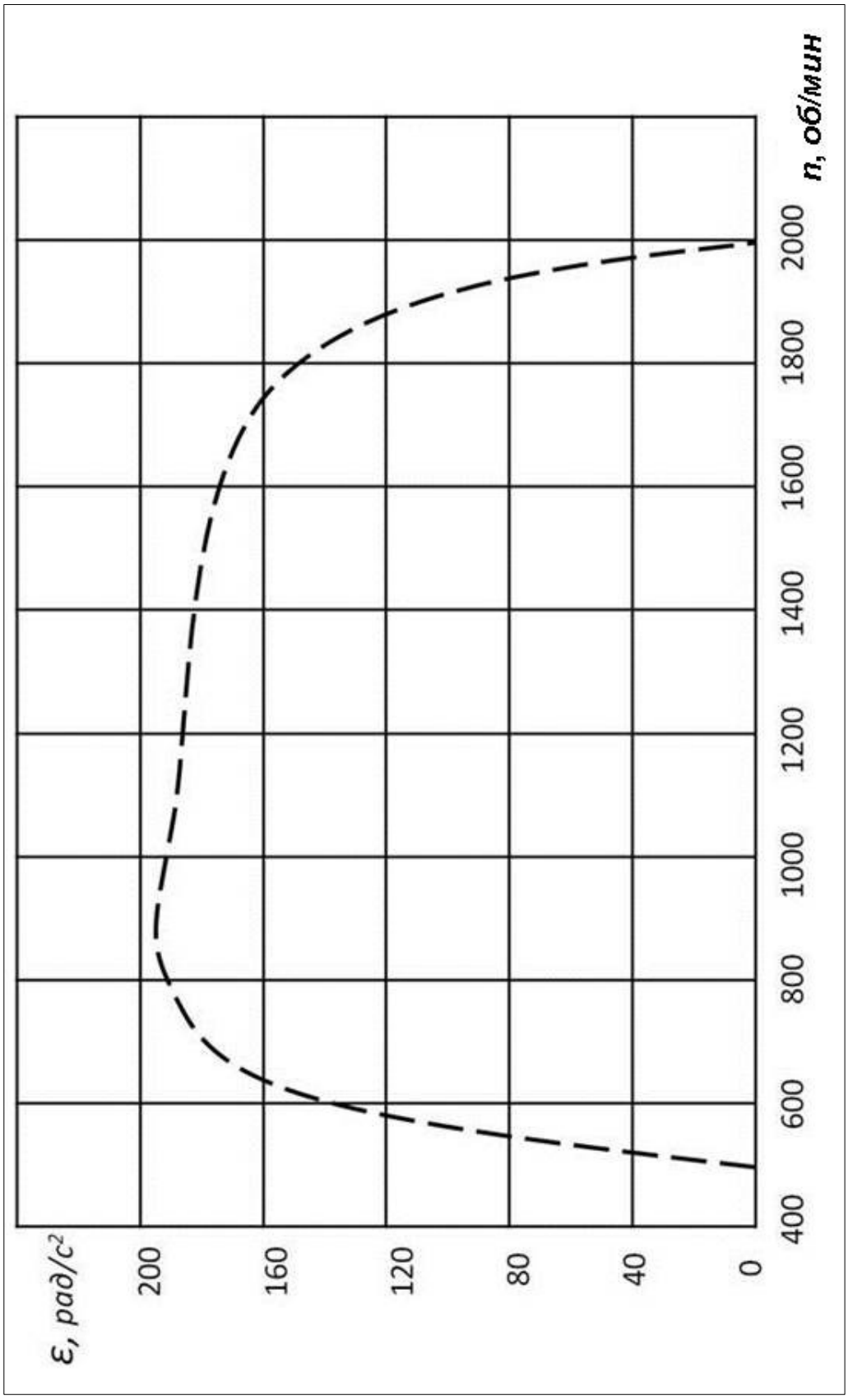


Рисунок 2.4–Переходный процесс свободного разгона ДВС с ранним углом опережения подачи топлива

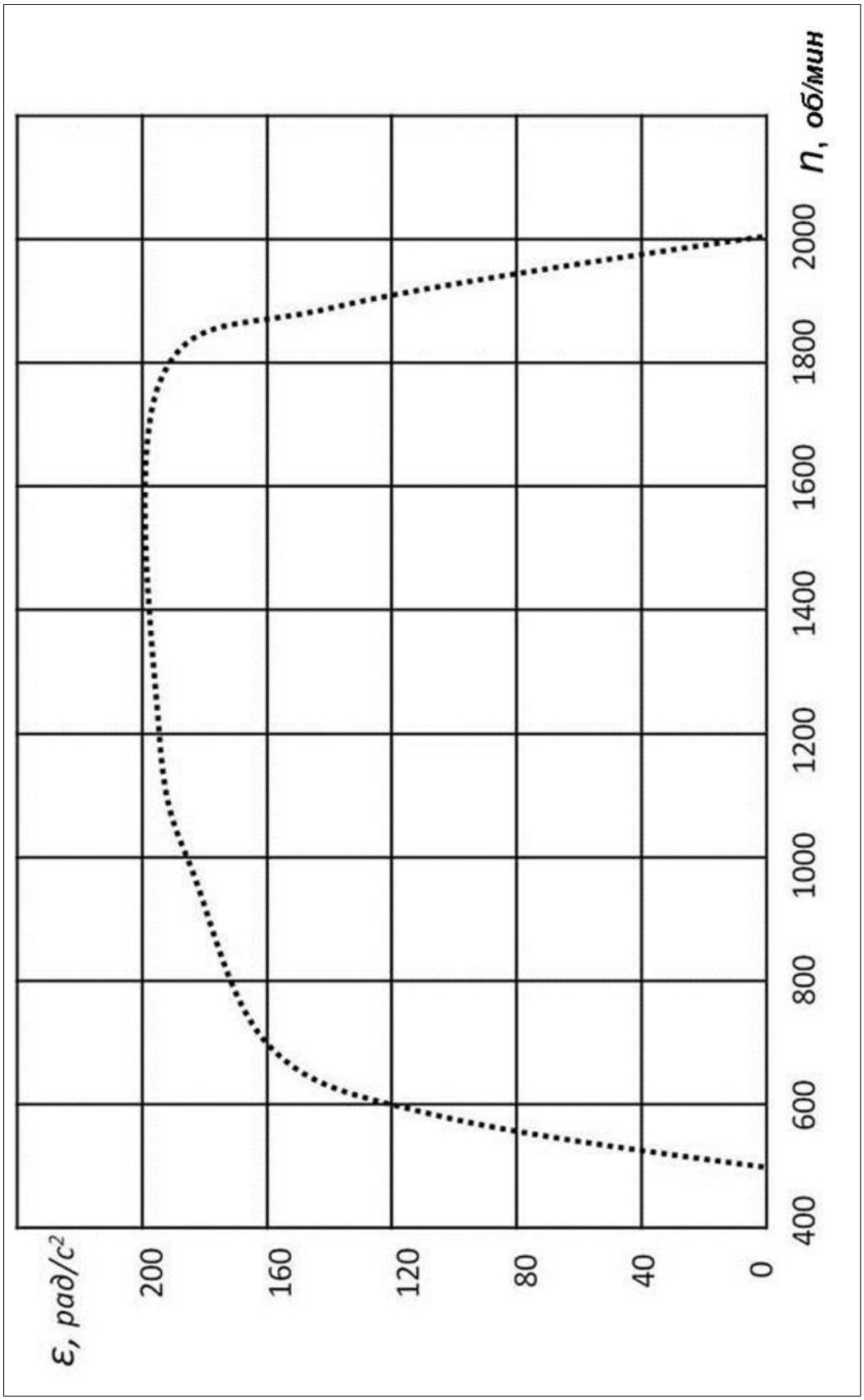


Рисунок 2.5–Переходный процесс свободного разгона ДВС с поздним углом опережения подачи топлива

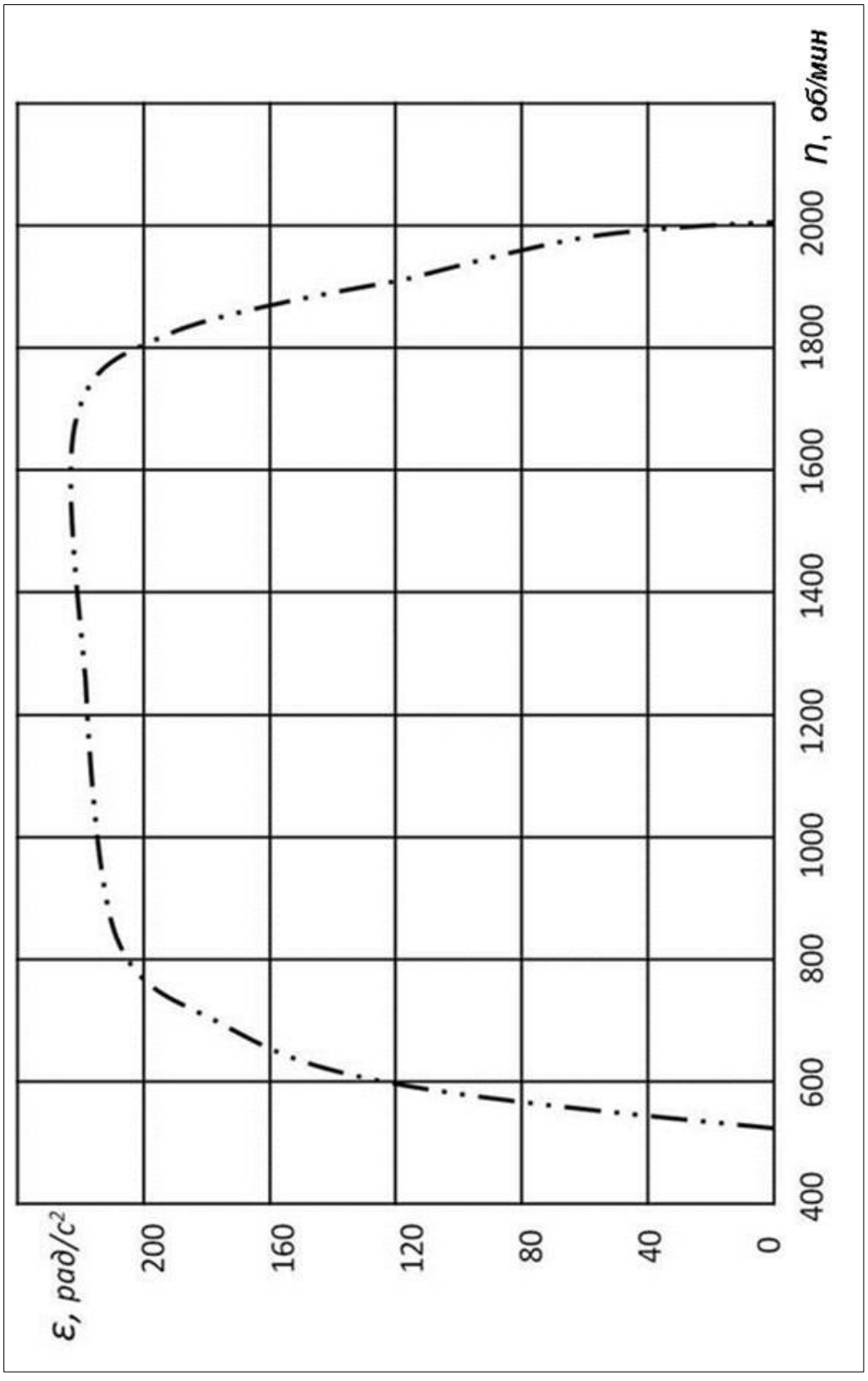


Рисунок 2.6–Переходный процесс свободного разгона ДВС
с увеличенной величиной подачи топлива

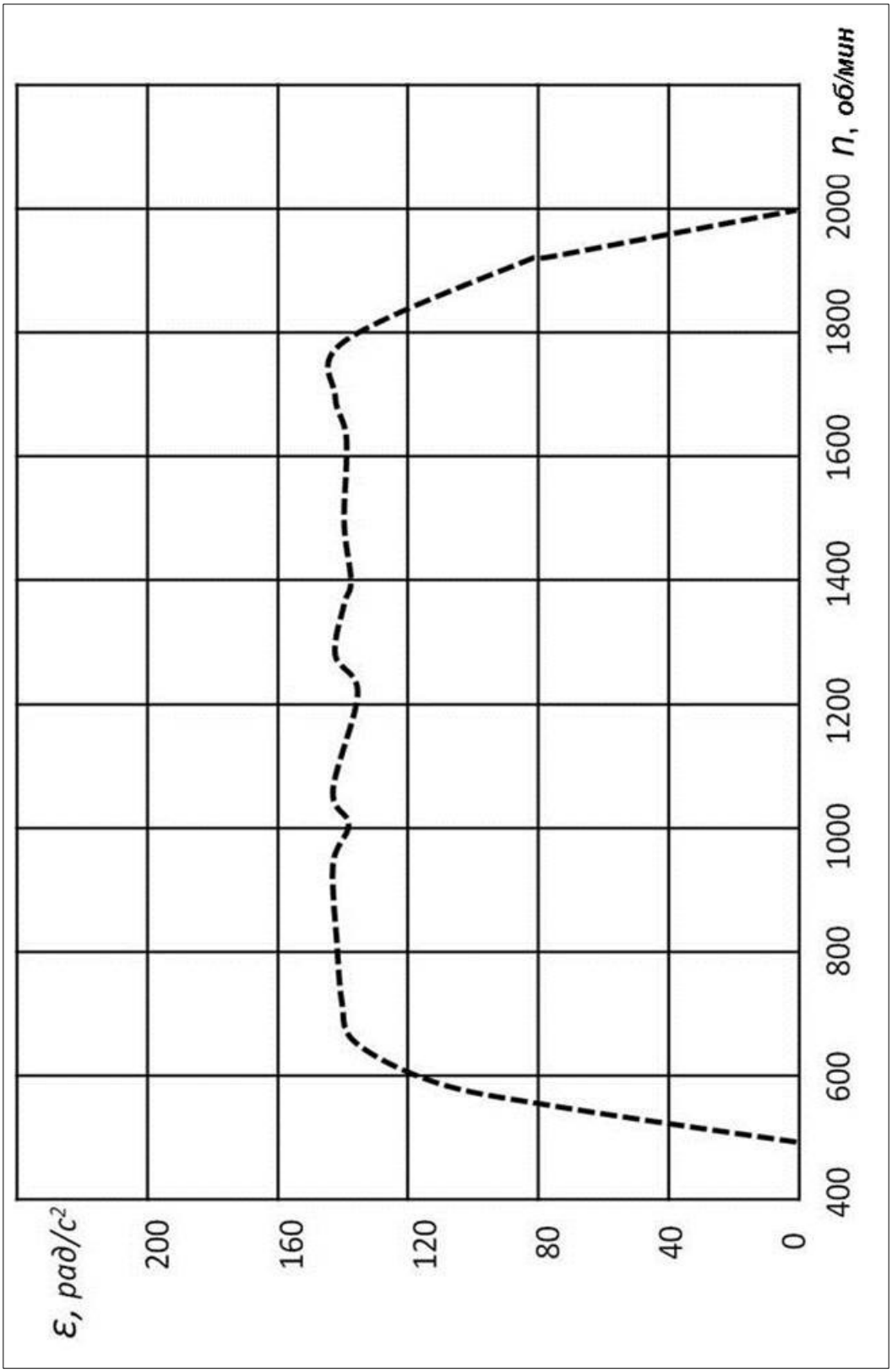


Рисунок 2.7–Переходный процесс свободного разгона ДВС при отключении части цилиндров

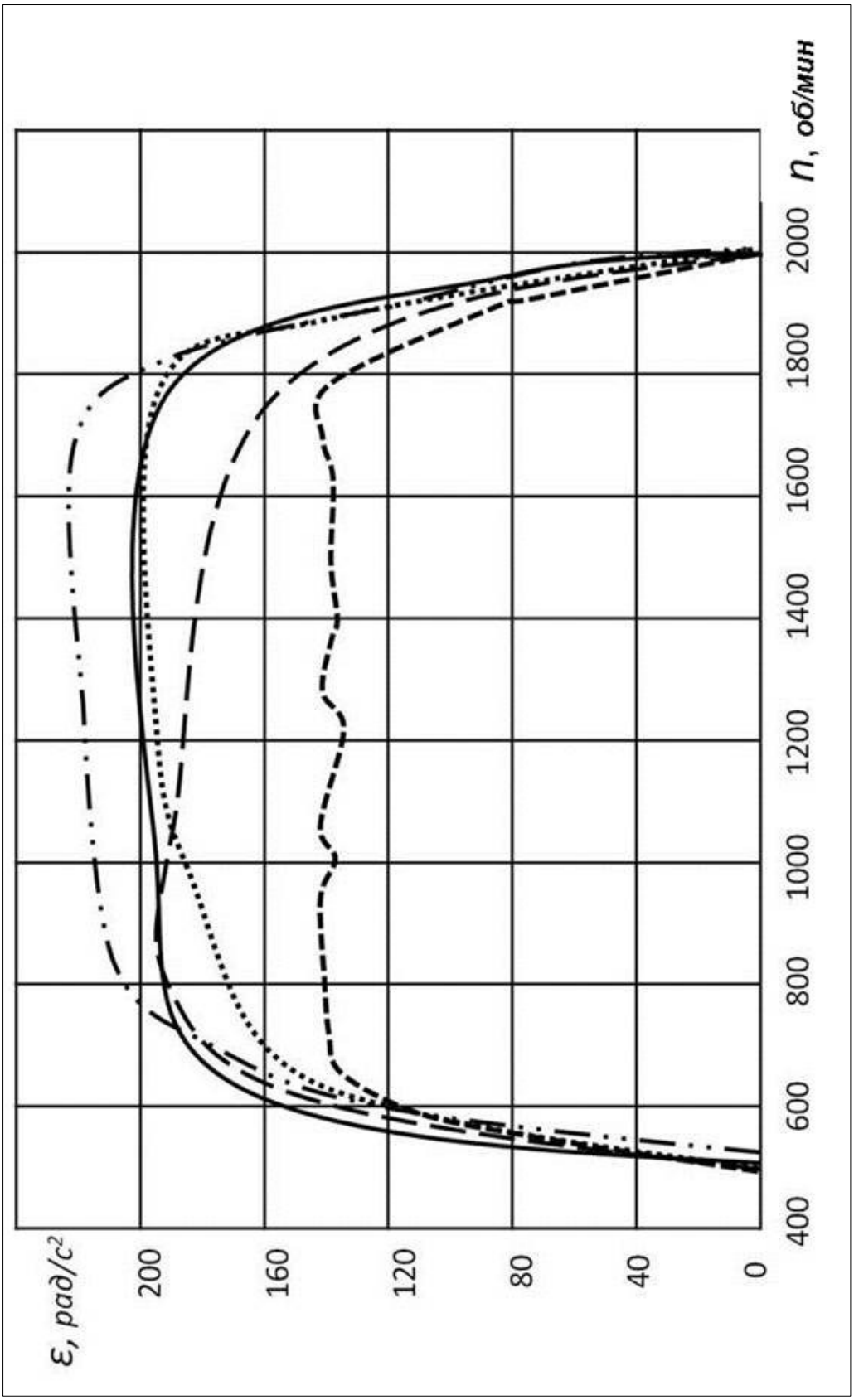


Рисунок 2.8–Сводные характеристики переходных процессов свободного разгона ДВС

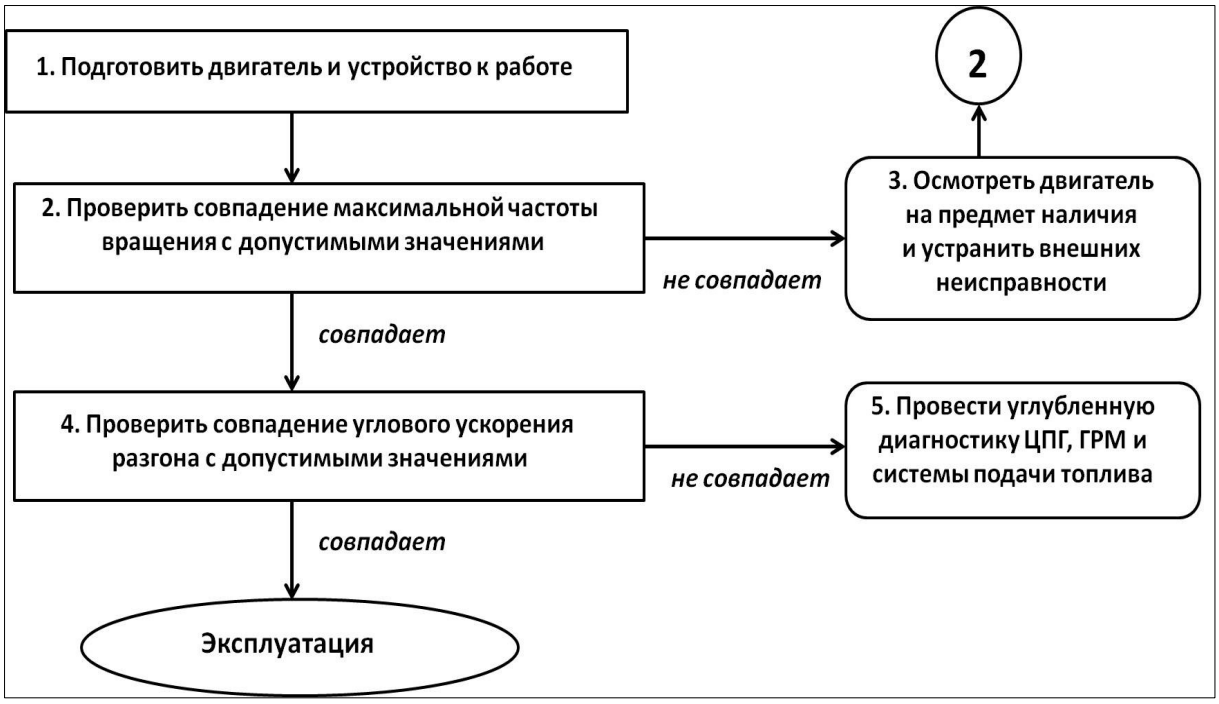


Рисунок 2.9 – Технология диагностирования дизельных ДВС с использованием параметров переходных процессов свободного разгона

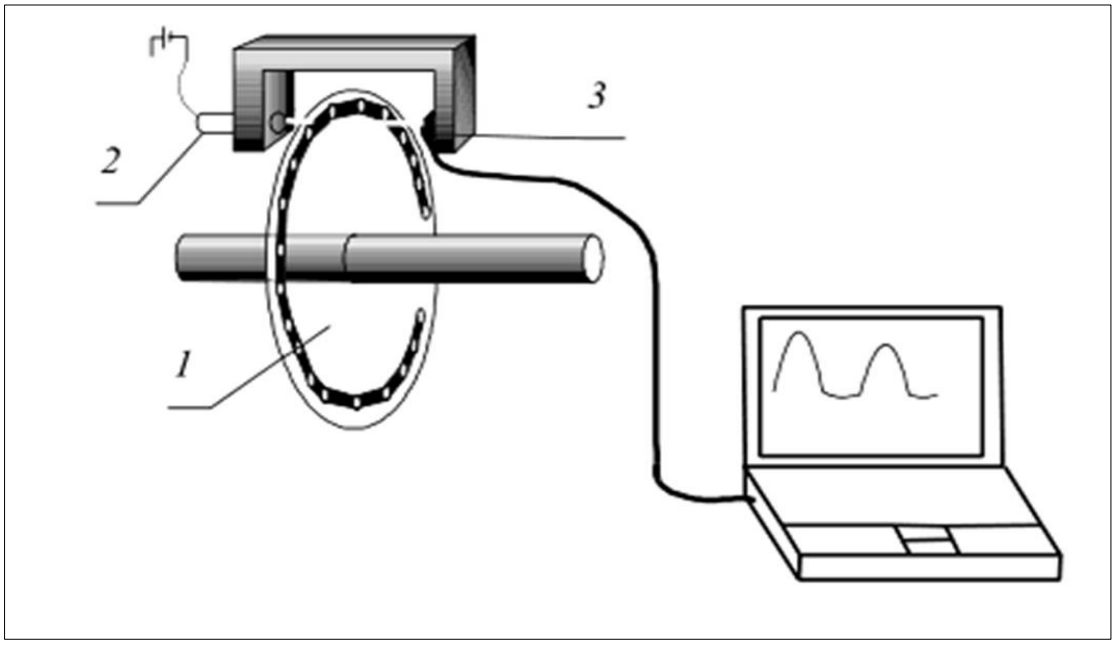


Рисунок 2.10 – Схема оптического устройства для измерения угловой скорости: 1 – диск с отверстиями; 2 – полупроводниковый лазер; 3 – оптический датчик

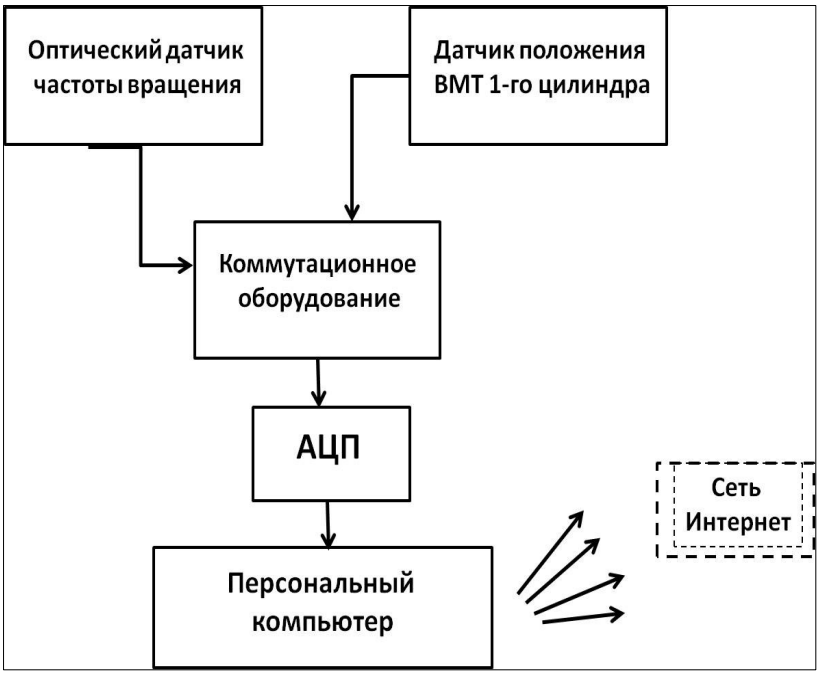


Рисунок 2.11– Блок-схема предлагаемого усовершенствованного комплекса измерения параметров переходных процессов

Второй путь – это развитие динамического метода диагностирования путем разработки и внедрения встроенных средств. Это позволит осуществлять постоянный контроль функциональных показателей, определяющих техническое состояние машины и передающих полученные данные удаленной технической службе, а не только оператору путевой машины. Предполагаются следующие основные технические требования к таким универсальным встраиваемым диагностическим приборам:

1. Диапазон измеряемых значений частоты вращения коленвала ДВС 0… 8000 об/мин.

2. Напряжение питания прибора 12/24В.

3. Габаритные размеры такого прибора должны отвечать требованиям компактности. Целесообразно выбрать размеры в пределах 178х50х160 мм, приблизительно соответствующие стандартным размерам автомагнитолы или цифрового тахографа.

4. В качестве датчиков частоты вращения могут применяться индуктивные датчики, аналогичные используемым в приборе ИМД-Ц (для применения на старых типах двигателей, допускающих возможность сравнительно легкого доступа к кожуху маховика) (рис. 2.12). Более предпочтительным является использование оптических датчиков (рис. 2.13, 2.14).

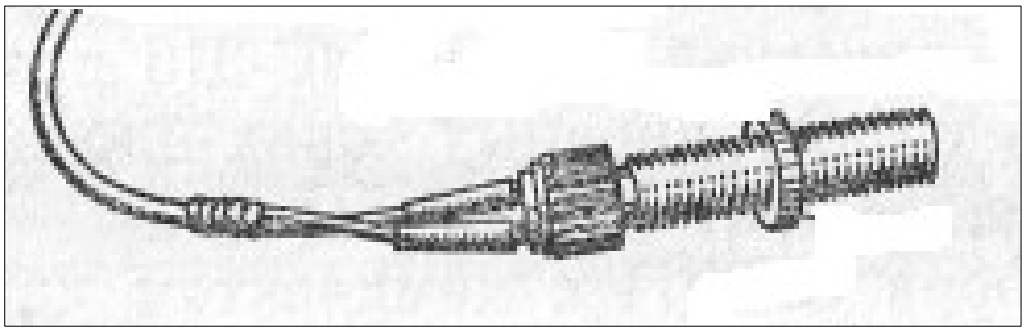


Рисунок 2.12– Индуктивный малогабаритный датчик из комплекта прибора ИМД-ЦМ

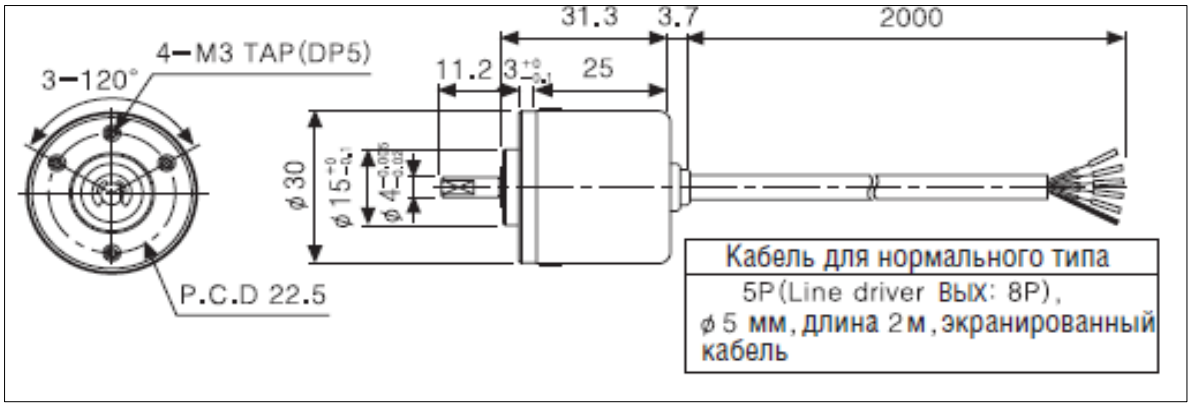


Рисунок 2.13– Оптический датчик (энкодер) Autronics E30S4-360-3-T-24

Выводы по разделу

1. В результаты проведенных экспериментов установлено, что изменение технического состояния ДВС путевых машин в значительной степени влияет на характер переходных процессов свободного разгона двигателя внутреннего сгорания.

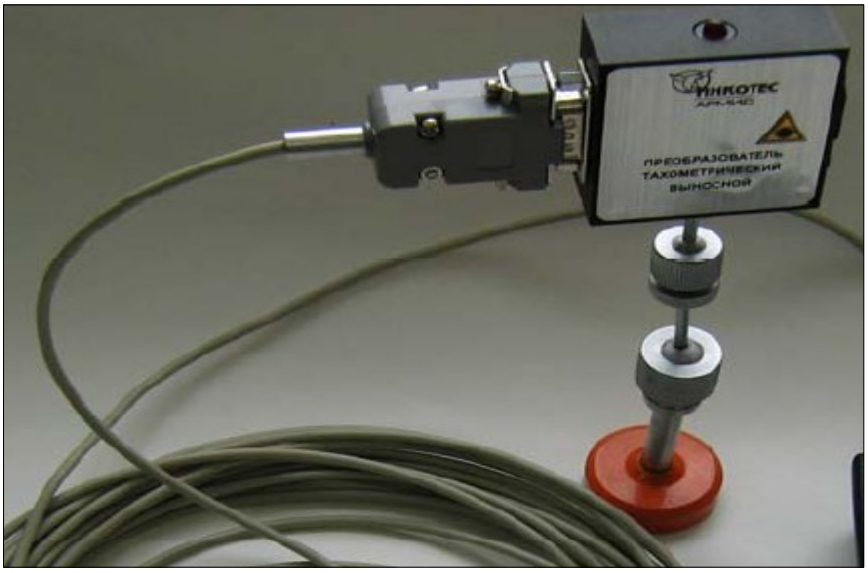


Рисунок 2.14. Преобразователь тахометрический выносной
ИНК О411142.017

2. Для обеспечения совершенствования динамического метода диагностики ДВС необходимо использовать высокоточные и быстромонтируемые датчики угловой скорости коленчатого вала, обеспечивающие совместимость диагностического оборудования с современными компьютерными средствами и программными продуктами.

2.4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Отсутствие или высокая стоимость и низкая эффективность диагностического оборудования являются сдерживающим факторами повышения качества технической эксплуатации машин на железнодорожном транспорте. Внедрение же эффективных методов, средств и технологий диагностирования позволяет снизить затраты на ТО и ремонт путевых машин и повысить уровень их работоспособности. Наиболее целесообразно в современных условиях использовать автоматизированные диагностические системы на базе микропроцессорной техники.

Экономический эффект от внедрения подобных систем заключается в снижении затрат на диагностическое оборудование и снижении трудоемкости контроля. Проведем расчет затрат на создание подобного диагностического комплекса для измерения параметров угловой скорости и углового ускорения. Диагностическое оборудование в данном случае предполагается скомпоновать с учетом изложенных в разделе 2.3 предложений по усовершенствованию динамического метода диагностики ДВС. В таблице 2.1 приведены данные о примерном составе и стоимости комплектующих.

Таблица 2.1 – Состав и стоимость комплектующих

№ п/п	Наименование комплектующих	Ориентировочная стоимость, руб
1	Персональный компьютер (ноутбук)	32500
2	Оптический датчик	5500
3	Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)	26000
4	Коммутационное оборудование	2500
5	Программное обеспечение	25000
	Итого:	91500

Исходя из приведенных в табл. 2.1 ориентировочных данных о стоимости комплектующих, итоговая стоимость предлагаемого перспективного типа диагностического оборудования составляет $Ц_2$ = 91500 руб.

2.5 ОХРАНА ТРУДА

При эксплуатации двигателя ЯМЗ_238Б необходимо соблюдать следующие требования охраны труда.

1. Перед началом эксплуатации необходимо изучить руководство по эксплуатации двигателя.

2. Перед запуском необходимо провести осмотр двигателя и убедиться в его исправности. Запрещается использовать открытое пламя для прогрева двигателя с целью облегчения запуска в условиях низких температур окружающего воздуха.

3. При пуске и работе двигателя запрещается доступ к нему посторонних лиц.

4. Запрещается производить остановку крыльчатки вентилятора руками и с помощью каких-либо подручных средств.

5. Запрещается смазывать, регулировать и обтирать работающий двигатель.

6.Во избежание отравления угарным газом запрещается прогрев двигателя в закрытых помещениях с плохой вентиляцией.

7. Для проведения диагностических работ разрешается использовать только соответствующий своему назначению исправный инструмент.

8. Крышку заливной горловины системы охлаждения при перегреве необходимо открывать только в рукавицах, соблюдая осторожность во избежание ожогов.

9. При тушении разлитого воспламенившегося топлива применять только огнетушители, либо засыпать пламя песком, накрывать асбестовым одеялом, войлоком или брезентом. Не заливать пламя водой.

При диагностировании путевых машин необходимо соблюдать следующие основные требования техники безопасности.

1. К обслуживанию машин разрешается допуск только лиц, прошедших специальную подготовку и имеющих соответствующее удостоверение.

2. Все работы, за исключением тех, выполнение которых возможно только при работающих механизмах, следует выполнять при выключенном двигателе.

3. Во время диагностирования на путевой машине не должно находиться посторонних лиц.

4. Диагностические средства должны быть исправны.

5. Объекты диагностирования и регулировки осматривают с использованием переносной лампы с защитной проволочной сеткой напряжением не более 36 В. Применять для этих целей открытый огонь категорически запрещается.

6. Для предотвращения возможного ожога рук о горячие части двигателя необходимо использовать защитные рукавицы.

7. При измерении частоты вращения следует остерегаться соприкосновения с незащищенными вращающимися деталями двигателя.

8. При ввинчивании индуктивного датчика измерителя мощности в отверстие кожуха маховика необходимо не допускать задевания зубьев венца маховика.

9. При регулировании топливного насоса высокого давления, снимая накидные гайки топливопроводов, необходимо во избежание разбрызгивания топлива надевать защитные колпачки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа существующих методов и средств технического диагностирования установлено, что широкое применение функционального диагностирования, позволяющего произвести оценку мощности и экономичности ДВС, позволяет предупредить возникновение отказов машин в процессе эксплуатации и повысить их производительность.

2. Наиболее перспективным методом технической диагностики двигателей внутреннего сгорания являются бестормозные безразборные методы контроля технического состояния с использованием анализа характера переходных процессов свободного разгона и выбега ДВС. Наиболее пригодным для практической реализации является разработанный в СибИМЭ динамический метод диагностики.

3. Экспериментальные исследования, проведенные на дизельном двигателе ЯМЗ-238Б путем моделирования возможных неисправностей в виде изменения угла опережения впрыска топлива, количества подаваемого в цилиндры топлива и отказа части цилиндров двигателя, показали, что параметры технического состояния двигателя внутреннего сгорания в значительной мере влияют на характер переходных процессов свободного разгона ДВС.

5. Определены основные направления совершенствования динамического метода диагностики ДВС путем использования оптических датчиков угловой скорости и обеспечения совместимости диагностического оборудования с современными компьютернымисредствами и программными продуктами.

6. Произведена оценка затрат на создание перспективного диагностического комплекса, основанного на измерении и анализе параметров переходных процессов свободного разгона двигателей внутреннего сгорания.

7. Разработаны мероприятия по охране труда при использовании предлагаемого метода контроля технического состояния ДВС.

Список использованной литературы

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Приложение N 5 «Техническая эксплуатация железнодорожного подвижного состава».

2. Положение о системе планово-предупредительного ремонта специального железнодорожного подвижного состава и механизмов инфраструктурного комплекса открытого акционерного общества "Российские железные дороги" №959р от 14.03.2014г.

3. Автомотриса дизельная монтажная АДМ-1. Руководство по эксплуатации 77.020-00.00.000 РЭ.

4. Сидоров, В. И. Техническая диагностика / В. И. Сидоров. – М.: Изд-во МАДИ, 1993. – 113 с.

5. Ананьин А. Д. Диагностика и техническое обслуживание машин / А. Д. Ананьин, В. М. Михлин, И. И. Габитов. – М.: Академия, 2008. – 432 с.

6. Бельских, В. И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов / В. И. Бельских. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 399 с.

7. Змановский, В. А. Динамический метод определения начала действия регулятора / В. А. Змановский // Вопросы рационального использования техники в сельском хозяйстве: труды Сиб. НИИ механ. и электриф. сельского хоз-ва. – Новосибирск, 1976. – Вып. 12. – С. 240-245.

8. Добролюбов, И. П. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Часть 1. Принцип построения диагностических моделей переходных процессов / И. П. Добролюбов, В. М. Лившиц. – Новосибирск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ, 1981. – 86 с.

9. Добролюбов, И. П. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Часть 2. Принципы анализа диагностических сигналов / И. П. Добролюбов, В. М. Лившиц. – Новосибирск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ, 1981. –112 с.

10. Добролюбов, И. П. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Часть 3. Методика экспериментальных исследований / В. М.

Лившиц, И. П. Добролюбов, Л. В. Дролов и др. – Новосибирск: Сиб. отд-е ВАСХНИЛ,1983. – 115 с.

11. Добролюбов, И. П. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Часть 4. Электронные приборы для контроля энергетических показателей машин / И. П. Добролюбов, В. М.Лившиц, Л. В. Дролов и др. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, Сиб. отд-е, СибИМЭ. – Новосибирск. – 1983. – 90 с.

12. Натарзан, В. М. Обеспечение своевременности воспламенения топлива в цилиндрах дизелей / В. М. Натарзан, В. Ф. Синий // Управление технологическими процессами при эксплуатации машинно-тракторного парка: науч.-техн. бюлл. – Новосибирск, СО ВАСХНИЛ, Сиб. НИИ механ. и электриф. сельского хоз-ва, 1988. – Вып. 3. – С. 13-16.

13. Кочергин, В. И. Диагностирование систем автоматического регулирования частоты вращения дизельных двигателей по параметрам переходных процессов в эксплуатационных условиях: автореф. дисс. … канд. техн. наук: 05.20.03 / В. И. Кочергин. – Новосибирск, 1989. – 14с.

14. Дролов, Л. В. Эталонные характеристики двигателей внутреннего сгорания / Л. В Дролов // Совершенствование интенсивности обеспечения сельскохозяйственного производства. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, Сиб. отд-е, 1981. – С. 61-69.

15. Устройство измерительное ИМД-ЦМ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.781.802 ТО. Инструкции по техническому диагностированию дизелей 2.781. 802 Д.

16. Покусаев, М. Н. Экспериментальное определение степени неравномерности вращения вала машинно-движительного комплекса судна пр. 1557 / М. Н. Покусаев, К. О. Сибряев, А. В. Шевченко // Вестник АГТУ. – 2008. – № 2. – С. 140-144.

17. Манаков, А. Л. Использование внутрицикловых параметров вращения коленчатого вала для оценки технического состояния двигателей внутреннего сгорания / А. Л. Манаков, В. И. Кочергин, А. С. Алехин. // Научные проблемы

транспорта Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Изд-во ФБОУ ВПО НГАВТ, 2014. – С. 178-182.

18. Алехин, А. С. Диагностирование двигателя внутреннего сгорания / А. С. Алехин // Научные проблемы реализации транспортных проектов в Сибири и на Дальнем Востоке: тезисы конф.– Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2016. – С. 179-180.