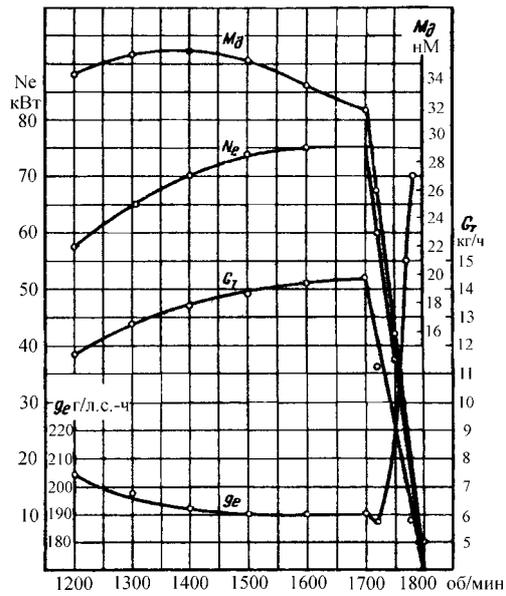


## ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



• ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ •

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ТРАКТОРНЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ**

Лабораторные работы  
по теории автомобильных и тракторных двигателей  
для студентов 4 и 5 курсов дневного и заочного отделений  
специальности 311300, 311900

Тамбов  
• Издательство ТГТУ •  
2003

УДК 629.114  
ББК 033-011 я 73  
Х20

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензент  
Кандидат технических наук, доцент  
*В. Н. Грошев*

Составители:  
*В. М. Мелисаров, П. П. Беспалько*

X20 Характеристики тракторных двигателей: Лаб. работы / Сост.: В. М. Мелисаров, П. П. Беспалько. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 32 с.

Даны лабораторные работы по дисциплине "Тракторы и автомобили".  
Предназначены для студентов 4 и 5 курсов дневного и заочного отделений специальностей 311300 и 311900.

УДК 629.114  
ББК 033-011 я 73

© Тамбовский государственный  
технический университет  
(ТГТУ), 2003

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОРНЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Составители: МЕЛИСАРОВ Валерий Михайлович,  
БЕСПАЛЬКО Павел Павлович

Редактор Е. С. Мордасова

Инженер по компьютерному макетированию Т. А. Сынкova

Подписано к печати 19.05.2003.

Формат 60 × 84/16. Гарнитура Times. Бумага газетная. Печать офсетная.

Объем: 1,86 усл. печ. л.; 1,8 уч.-изд. л.

Тираж 300 экз. С. 321

Издательско-полиграфический центр

Тамбовского государственного технического университета

392000, Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

- 1 Пол в лаборатории должен быть сухим, рабочие места необходимо содержать в чистоте.
- 2 Включение оборудования производить в присутствии преподавателя.
- 3 Инструмент должен обеспечивать безопасную работу, быть штатным и исправным.
- 4 Работая с оборудованием нужно остерегаться травм.
- 5 В случае возникновения пожара необходимо применять только порошковые или углекислотные огнетушители.
- 6 После выполнения лабораторной работы необходимо составить отчет по следующей форме:
  - наименование, цель и краткое содержание работы;
  - схема прибора или кинематическая схема стенда (по указанию преподавателя);
  - заключение по результатам работы.

### Лабораторная работа 1

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ПО ДАВЛЕНИЮ НАЧАЛА ВПРЫСКА ТОПЛИВА**

*Цель работы:* снять характеристику насоса по давлению начала впрыска топлива, построить график зависимости:  $\Delta q = f(P_B)$ .

*Оборудование:* стенд КИ-22205, топливный насос 4ТН-8,5×10.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Проверить действие форсунок и отрегулировать их на давление впрыска 7,5 МПа.
- 2 После проверки нормального числа оборотов кулачкового вала ( $n = 850$  об/мин) приступить к проведению первого опыта. Во время опыта замерить количество топлива ( $\text{см}^3/\text{мин}$ ), подаваемого в форсунку каждым насосным элементом в течение одной минуты.
- 3 Следующий опыт производить с увеличением давления впрыска топлива из форсунки на 2,5 МПа и замерить производительность насоса.
- 4 Последний опыт провести при давлении впрыска топлива 17,5 МПа.
- 5 Данные замеров при каждом опыте записать в тетрадь.
- 6 По результатам замеров построить характеристику топливного насоса по давлению начала впрыска, графически выражая зависимость:  $\Delta q = f(P_B)$ , где  $\Delta q$  – подача топлива, мг/цикл;  $P_B$  – давление начала впрыска форсункой, МПа.
- 7 По характеру кривой  $\Delta q = f(P_B)$  можно оценить техническое состояние плунжерных пар, определяемое их гидравлической плотностью, данные занести в табл. 1.
- 8 Построить график зависимости подачи топлива от давления начала впрыска топлива.

#### 1 Результаты измерений и вычислений

№ ПП	Давле- ние, МПа	Часто- та вра- щения, об/мин	Колич- ество опы- тов	Подача ка- ждым на- сосным эле- ментом, $\text{см}^3/\text{мин}$				Номиналь- ная произ- водитель- ность эле- мента, г/мин				Плот- ность дизель- ного топ- лива
	7, 5	8 5 0	1 2 3 $\Delta q$									0 , 8 3

1 0		1 2 3 $\Delta q$											
1 2, 5		1 2 3 $\Delta q$											
1 5, 0		1 2 3 $\Delta q$											
1 7, 5		1 2 3 $\Delta q$											

### Контрольные вопросы

- 1 Что влияет на расход топлива в насосе?
- 2 Почему с уменьшением давления расход топлива увеличивается?
- 3 От чего зависит состояние плунжерных пар?
- 4 Рассказать устройство плунжерной пары?
- 5 Что такое цикловая подача и цикловая доза?
- 6 Почему у современных дизельных топливных насосов эксплуатационное давление увеличивают?

Литература: [2, с. 54 – 68; 4, с. 80 – 81].

### Лабораторная работа 2

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКОРОСТНОЙ И РЕГУЛЯТОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Цель работы:* на стенде КИ-22205 снять скоростную и регуляторную характеристику топливного насоса.

*Оборудование:* стенд КИ-22205, топливный насос высокого давления.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Скоростную характеристику топливного насоса снимают при переменном числе оборотов кулачкового вала и закрепленной топливной рейке (при максимальной нагрузке двигателя).
- 2 Регуляторную характеристику топливного насоса снимают при переменном числе оборотов кулачкового вала и незакрепленной топливной рейке (при максимальной нагрузке двигателя).
- 3 Результаты записывают в журнал наблюдений и после строят скоростную и регуляторную характеристику топливного насоса, графически выражающую зависимость:

$$\Delta q = f(n),$$

где  $n$  – число оборотов кулачкового вала насоса в минуту.

- 4 Ответить на контрольные вопросы.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Скоростная характеристика необходима для выявления закономерности изменения подачи топлива на цикл при перемене числа оборотов кулачкового вала. Эту характеристику снимают во время испытания насоса на стенде КИ-22205, при переменном числе оборотов кулачкового вала насоса изменяют обороты от минимальных до максимальных и обратно через интервалы 100 об/мин.

Скоростная характеристика топливного насоса имеет большое значение для оценки работы и динамических показателей двигателя (табл. 2).

Основными причинами уменьшения скорости перемещения плунжера и скорости протекания топлива через впускное окно гильзы насосного элемента является понижение подачи топлива на цикл при уменьшении числа оборотов коленчатого вала (во время работы двигателя с перегрузкой влечет за собой уменьшение крутящего момента двигателя).

Чтобы исправить протекание скоростной характеристики применяют корректор. При уменьшении числа оборотов кулачкового вала насоса вследствие перегрузки двигателя корректор дополнительно перемещает рейку насоса. Это увеличивает подачу топлива на цикл, повышает величину крутящего момента и мощность двигателя.

### 2 Показатели скоростной характеристики топливного насоса

№ пп	Частота вращения кулачкового вала, об/мин	№ опыта	Подача насосного элемента, см <sup>3</sup> /мин				Плотность топлива, г/см <sup>3</sup>	Подача насосного элемента, г/цикл			
			1	2	3	4		1	2	3	4
	300	1 2 3 среднее					0,83				
	400	1 2 3 среднее					0,83				
	500	1 2 3 среднее					0,83				
	600	1 2 3 среднее					0,83				
	700	1 2 3 среднее					0,83				
	800	1 2 3 среднее					0,83				

Номинальная частота вращения кулачкового вала	1					0,				
	2					83				
	3 среднее									

Регуляторная характеристика дает возможность выявить, как изменяется подача топлива в зависимости от изменения числа оборотов кулачкового вала насоса, когда рейка не закреплена и соединена с регулятором. По данным регуляторной характеристики устанавливается правильность взаимодействия регулятора с рейкой насоса и определяется соответствие техническим условиям величин подачи топлива на цикл в зоне действия регулятора. Регуляторную и скоростную характеристики строят на одном графике таким образом, чтобы точки, соответствующие подаче топлива при номинальном числе оборотов ( $n = 850$  об/мин) кулачкового вала насоса, совместились. Регуляторные характеристики снимают не при одном, а при нескольких положениях рычага регулятора – обычно при двух крайних (минимальный и максимальный) (табл. 3).

### 3 Показатели регуляторной характеристики топливного насоса

№ пп	Частота вращения кулачкового вала, об/мин	№ опыта	Подача насосного элемента, см <sup>3</sup> /мин				Плотность топлива, г/см <sup>3</sup>	Подача насосного элемента, г/цикл			
			1	2	3	4		1	2	3	4
	300	1 2 3 среднее					0, 83				
	400	1 2 3 среднее					0, 83				
	500	1 2 3 среднее					0, 83				
	600	1 2 3 среднее					0, 83				
	700	1 2 3 среднее					0, 83				
	800	1 2 3 среднее					0, 83				

Номинал	1					0,				
ьная	2					83				
частота	3									
вращения	сред-									
кулачков		нее								
ого вала										

### Контрольные вопросы

1. Описать устройство топливного насоса.
  2. Описать систему питания дизеля.
  3. Какие бывают регуляторы частоты вращения?
  4. Объяснить порядок выполнения лабораторной работы.
  5. Для чего снимают скоростную и регуляторную характеристику?
  6. В чем заключается момент начала действия регулятора?
  7. Пояснить работу плунжерной пары.
  8. Какие режимы бывают у регулятора?
  9. Для чего нужен корректор?
- Литература: [1, с. 12 – 17; 4, с. 81 – 86].

### Лабораторная работа 3

#### ИЗУЧИТЬ ПРИБОР КИ-1086 ДЛЯ ПРОВЕРКИ И ИСПЫТАНИЯ НАГНЕТАЛЬНЫХ КЛАПАНОВ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Цель работы:* изучить прибор КИ-1086 для испытания нагнетательных клапанов.  
*Оборудование:* прибор КИ-1086, нагнетательные клапаны.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с оборудованием прибора ПНК.
2. Изучить порядок выполнения испытания нагнетательных клапанов.
3. Составить отчет о проделанной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

#### Общие сведения

Во время эксплуатации дизеля в нагнетательном клапане и седле изнашиваются поверхности запирающего конуса, а также разгрузочного пояска и цилиндрического отверстия седла клапана. Износ запирающего конуса вызывает нарушение герметичности посадки клапана в седло. От этого снижается количество топлива, подаваемого плунжером.

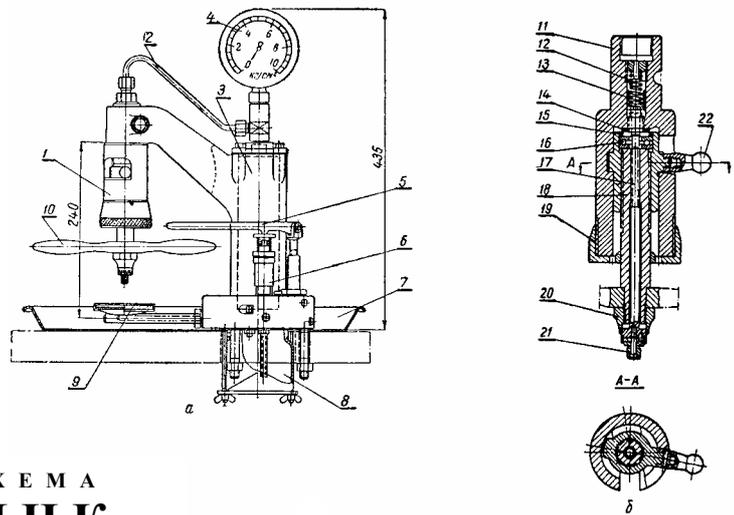
Вследствие износа разгрузочного пояска происходит подтекание топлива у сопла форсунки, вызывающее его закоксовывание.

Проверку герметичности посадки нагнетательного клапана в седло по разгрузочному пояску и запирающему конусу производят на приборе ПНК.

#### Устройство прибора

Основными частями прибора ПНК (рис. 1) являются: устройство 1 для крепления нагнетательных клапанов, гидравлический аккумулятор 3, манометр 4, подкачивающий насос 6 для нагнетания топлива и банка 8 для сбора стекающего из воронки 9 топлива.

Устройство 1 для крепления нагнетательных клапанов установлено на кронштейне гидравлического аккумулятора. Оно состоит из корпуса 11 и втулки 15, в которую завертывается винт 18 рукояткой 10. На торце винта установлен шарикоподшипник 16. В резьбовую часть центрального канала



Р И С . 1 С Х Е М А  
П Р И Б О Р А П Н К

винта 18 ввернут винт 17, на нижнем конце которого установлена трещетка, на корпус накрута гайка 19, удерживающая втулку 15 от выпадания. С помощью рукоятки 22 втулку 15 с винтами 17 и 18 можно перемещать вдоль корпуса 11.

### Порядок выполнения работы

Испытуемый нагнетальный клапан в сборе с седлом и прокладкой устанавливают на упорный шариковый подшипник 16 через прорезь в корпусе 11. При этом втулка 15 должна находиться в нижнем положении. После установки клапана втулка 15 рукояткой 22 передвигается вверх ее вокруг оси. Ручной подкачивающий насос 6 служит для перекачивания топлива из банки 8 в гидравлический аккумулятор 3.

Для проверки герметичности нагнетального клапана по разгрузочному пояску устанавливают при нижнем положении втулки 15 комплект клапана, седла и прокладки на шарикоподшипник 16. Затем рукояткой 22 втулку 15 поднимают и поворачивают вправо до упора. Вращением винта 18 через рукоятку 10 прижимают упорный шарикоподшипник к прокладке седла нагнетального клапана.

Вращением головки 21 до начала действия трещетки передвигают винт 17 до упора его в хвостовик нагнетального клапана. Затем винт 17 поворачивают на два деления шкалы, нанесенной на поверхности гайки 20. При этом нагнетальный клапан поднимается над седлом на 0,2 мм.

Подкачивающим насосом нагнетают топливо в гидравлический аккумулятор до давления 0,25 МПа по показанию манометра 4. После прекращения нагнетания давление топлива в системе начнет постепенно снижаться, и в тот момент, когда оно будет равно 0,2 МПа, включают секундомер. Когда давление топлива будет равно 0,1 МПа, секундомер выключают. Это время характеризует герметичность нагнетального клапана по разгрузочному пояску. Чем это время больше, тем выше герметичность разгрузочного пояска клапана. При показании секундомера менее 2 с нагнетальный клапан и седло подлежат выбраковке.

Клапаны, у которых время падения давления более двух секунд, пригодны для эксплуатации и их сортируют на две группы: I – 2 ... 10 с; II – 10 с и более.

Проверку герметичности нагнетального клапана на разгрузочном пояску и запирающему конусу проводят в такой же последовательности, но только клапан над седлом не поднимают и винт 17 не поворачивают (табл. 4).

Подкачивающим насосом давление топлива над клапаном повышают до 0,55 МПа. Время уменьшения давления топлива замеряют при падении от 0,5 до 0,4 МПа. При показании секундомера менее 30 с, нагнетальный клапан с гнездом выбраковывается.

### 4 Результаты испытаний нагнетальных клапанов

Наименование опы-	Развиваемое давление, МПа	Гидравлическая плотность, с
-------------------	---------------------------	-----------------------------

та	п о т у	при ис- пытании	по т у	при испы- тании

### Контрольные вопросы

- 1 Каково назначение нагнетального клапана?
- 2 Какую роль выполняет разгрузочный поясок на нагнетальном клапане?
- 3 Что называется прецензионной парой?
- 4 Где устанавливается нагнетальный клапан в ТНВД?
- 5 Сколько нагнетальных клапанов устанавливается в топливном насосе марки 4ТН-8,5×10Т?
- 6 Рассказать об устройстве прибора КИ-1086.  
Литература: [1, с. 42 – 50; 2, с. 7 – 10; 4, с. 28 – 30].

### Лабораторная работа 4

## ИЗУЧИТЬ ПРИБОР КП-1640А ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ

*Цель работы:* изучить стенд КП-1640А для испытания плунжерных пар.

Оборудование: прибор КП-1640А, плунжерные пары.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с оборудованием стенда КП-1640А.
- 2 Изучить порядок выполнения испытания плунжерных пар.
- 3 Составить отчет о проделанной работе.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

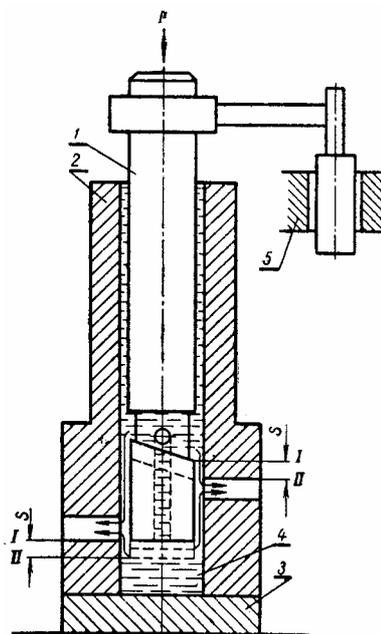
### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Величина давления топлива в надплунжерном пространстве во время хода нагнетания зависит от величины зазора между плунжером и гильзой. При увеличенном зазоре повышается утечка топлива и давление топлива при нагнетании его резко снижается.

В связи с невозможностью непосредственного измерения зазора между плунжером и гильзой величину его определяют по времени, за которое при определенной нагрузке на плунжер через зазор просачивается постоянное количество топлива.

На рис. 2 показана принципиальная схема определения гидравлической плотности плунжерной пары.

К хвостовику плунжера прикладывается усилие и одновременно включают секундомер. Сжатое топливо из подплунжерного пространства будет просачиваться через зазор между плунжером и гильзой. В тот момент когда отсечная кромка плунжера откроет перепускное отверстие гильзы, в подплунжерном



пространстве давление резко снижается и плунжер будет быстро опускаться. В момент начала быстрого перемещения плунжера выключают секундомер.

Таким образом, герметичность плунжерной пары, характеризующая величину зазора между плунжером и гильзой, определяется временем опускания плунжера от момента закрытия его торцом впускного отверстия гильзы (положение I) до момента открытия отсечной кромкой плунжера перепускного отверстия гильзы (положение II). Чем больше время опускания плунжера, тем больше гидравлическая плотность пары, и наоборот.

## Рис. 2 Схема определения гидравлической плотности плунжерной пары:

- 1 – плунжер; 2 – гильза; 3 – деталь;  
 4 – дизельное топливо;  
 5 – направляющее устройство;  
 I – положение кромки плунжера – это момент начала нагнетания топлива;  
 II – положение кромки плунжера – это окончание подачи топлива (отсечка);  
 S – рабочий ход плунжера при котором замеряется время

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Порядок проведения испытаний плунжерной пары на гидравлическую плотность заключается в следующем. После установки головки с гильзой в корпусе прибора заворачивают винт до отказа и, вставив плунжер в гильзу, проверяют легкость его перемещения.

По удалению плунжера заполняют гильзу топливом, открыв кран бака. Как только топливо заполнит пространство гильзы и углубление в головке, кран закрывают. Вставляют плунжер в гильзу по стержень поводка в прорезь головки и легким нажимом от руки доводят плунжер до начала сжатия топлива в полости гильзы.

Повернув рычаг, опускают его до соприкосновения ролика с торцом хвостовика плунжера и включают секундомер. При этом от давления веса рычага топливо из надплунжерного пространства будет просачиваться через зазор между плунжером и гильзой, и плунжер будет постепенно опускаться вниз. Как только отсечная кромка плунжера откроет перепускное отверстие гильзы, скорость опускания плунжера резко увеличится и рычаг начнет падать. В момент падения рычага секундомер выключают. Время, измеренное секундомером, характеризует гидравлическую плотность плунжерной пары.

Для получения более точных результатов испытания проводят три раза. Во время испытания от веса рычага в подплунжерном пространстве гильзы создается постоянное давление, равное 2,2 МПа (табл. 5).

### 5 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР

№№ опытов	Развиваемое давление, МПа		Гидравлическая плотность, с		Вывод по результатам испытаний
	по ТУ	при испытании	по ТУ	при испытании	

1-ый				
2-ой				
3-ий				
Сред- нее значе- ние				

Чтобы исключить возможность образования в жидкости под плунжером воздуха, который резко уменьшает показания гидравлической плотности, необходимо вставить плунжер в гильзу тогда, когда гильза и выточка в головке прибора заполнены жидкостью до края.

Так по гидравлической плотности плунжерные пары топливных насосов 4ТН-8,5×10 на заводах-изготовителях сортируют на три группы. В I группу относят пары, у которых плунжер в гильзе перемещается на 15 ... 20 с, во II группу – 21 ... 25 с и в III группу – 26 ... 30 с.

Для обеспечения регулировок насоса при сборке в топливный насос устанавливают плунжерные пары одной группы.

В том случае, когда гидравлическая плотность плунжерной пары по показанию прибора составляет – 3 с и более, пара считается пригодной для дальнейшей эксплуатации.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Каков порядок выполнения работы?
- 2 Какое устройство имеет плунжерная пара?
- 3 Объяснить назначение спирального (винтового) паза на плунжере?
- 4 Для чего предназначены вертикальные и диаметральные отверстия на плунжере?
- 5 Почему дизельное топливо не должно содержать примеси воды и грязи?
- 6 Почему плунжерная пара называется прецензионными деталями?

Литература: [1, с. 150 – 165; 3, с. 112 – 118; 4, с. 22 – 26].

### Лабораторная работа 5

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВНОГО НАСОСА. СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПО ПОДАЧЕ ТОПЛИВА

*Цель работы:* определить параметры подачи топлива на цикл в зависимости от степени перемещения рейки насоса.

*Оборудование:* стенд КИ-22205, топливный насос высокого давления.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с оборудованием прибора.
- 2 Изучить порядок выполнения работы.
- 3 Составить отчет о проделанной работе.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Характеристику насоса по подаче топлива снимают для определения зависимости положения рейки при постоянных оборотах кулачкового вала насоса. По графику, показывающему изменение степени неравномерности подачи топлива насосными элементами при разных положениях рейки оценить пригодность насоса для применения его на двигателе.

#### Порядок выполнения работы

- 1 Испытание проводят на стенде КИ-22203.
- 2 При закрепленном положении рейки, соответствующей минимальной подаче топлива провести первый опыт.

3 Второй и последующие опыты проводят при перемещении топливной рейки каждый раз на 2 мм в сторону увеличения подачи топлива. Для облегчения установки рейки насоса на подачу топлива для каждого опыта к корпусу насоса прикрепляют градуированную шкалу, а к рейке насоса – указатель. Перемещение рейки осуществляется вращением специальной гайки по резьбе хвостовика, соединенного с рейкой насоса.

4 Для снятия характеристики по подаче топлива проводят 5 – 6 опытов при различных положениях рейки. Каждый из них повторяют по два раза. Вначале рейку передвигают от минимальной подачи топлива до максимальной, а затем в противоположную сторону – от максимальной до минимальной. Результаты наблюдений заносят в журнал (табл. 6).

5 После обработки результатов замеров строят характеристику топливного насоса по подаче, графически выражающую зависимость:

$$\Delta q = f(h),$$

где  $\Delta q$  – подача топлива на цикл, мг/цикл;  $h$  – величина перемещения рейки топливного насоса, мм.

6 По характеру протекания кривой, показывающей изменение степени неравномерности подачи топлива насосными элементами при разных положениях рейки, оцените пригодность насоса для применения его на двигателе.

7 На графике отмечают положение рейки, при котором насос имеет цикловую подачу, соответствующую номинальному часовому расходу топлива.

### 6 Результаты испытания насоса

Частота вращения кулачкового вала	Перемещение рейки, мм	Номинальная производительность насосного элемента, г/цикл				Удельный вес топлива, г/см <sup>3</sup>	Степень неравномерности, %
		1	2	3	4		
	Минимальная подача					0,83	
	2						
	4						
	6						
	8						
	10						
	12						

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Расскажите последовательность выполнения работы.
  - 2 Для чего необходима характеристика насоса по подаче топлива?
  - 3 Какой характер изменения степени неравномерности при уменьшении величины перемещения рейки следует считать приемлемым?
  - 4 Какие марки насосов можно испытывать на стенде?
  - 5 Покажите на графике степень неравномерности в процентах.
  - 6 Почему при изменении числа оборотов кулачкового вала насоса от 300 до 900 об/мин цикловая подача топлива изменяется незначительно?
  - 7 Что такое ход топливной рейки и от чего он зависит?
  - 8 Какова величина хода у насосов 4ТН-8,5×10, УТН-5 в мм?
- Литература: [4, с. 74 – 79].

### Лабораторная работа 6

### ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Цель работы:* изучить прибор КИ-22203М для испытания форсунок.  
*Оборудование:* прибор КИ-22203М, форсунки.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с оборудованием прибора.
- 2 Изучить порядок выполнения испытания и регулировки форсунок.
- 3 Составить отчет о проделанной работе.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

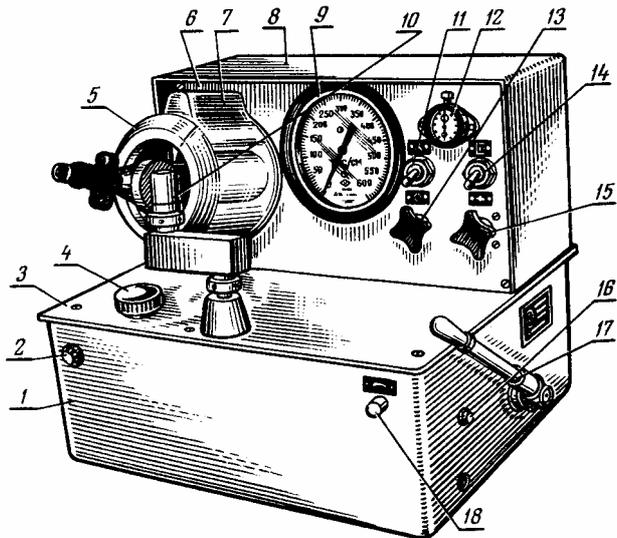
## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Во время занятий студенты приобретают навыки по демонтажу форсунок и устранению простейших неисправностей в работе: удалению нагара с поверхности торца распылителя, промывке деталей в чистом дизельном топливе.

При проведении испытаний форсунок определяют качество распыливания, давление начала впрыска топлива форсункой и проверяют герметичность и пропускную способность форсунок. Исправное действие форсунки характеризуется четким и звучным впрыском, а также туманообразным распылением. У форсунок, имеющих незвучный впрыск, как правило, отсутствует распыл и подтекает топливо. Такие форсунки для работы непригодны, они должны быть заменены и направлены для регулировки на стенд.

## УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

На рис. 3 показано устройство для испытания форсунок высокого давления.



**РИС. 3** СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ И РЕГУЛИРОВКИ ФОРСУНОК КИ-22203М:  
1 – КОРПУС; 2 – УКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ ТОПЛИВА; 3 – СТОЛ; 4 – ЗАЛИВНАЯ ГОРЛОВИНА;  
5 – КАМЕРА ВПРЫСКА; 6 – ПАНЕЛЬ ПРИБОРА; 7 – ОСВЕТИТЕЛЬ; 8 – КОЖУХ; 9 – МАНОМЕТР;  
10 – ДЕРЖАТЕЛЬ ФОРСУНКИ; 11 – ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ; 12 – СЕКУНДОМЕР;  
13 – КРАН МАНОМЕТРА; 14 – ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ПРИВОДА; 15 – КРАН ФОРСУНКИ;  
16 – ШТУЦЕР ДЛЯ ВЫПУСКА ВОЗДУХА; 17 – РУКОЯТКА; 18 – ДРОССЕЛЬ

## ПОДГОТОВКА ПРИБОРА КИ-22203М К РАБОТЕ

- 1 Подсоединить к выпускному патрубку шланг для отвода паров топлива за пределы помещения.
- 2 Через горловину 4 в бак залить чистое дизельное топливо до середины указателя уровня топлива.

3 Открыть краны 13, 15, прокачать систему рукояткой 17 для удаления из нее воздуха до тех пор, пока из штуцера не пойдет топливо, при этом ослабив штуцер выпуска воздуха 16.

4 Форсунку закрепить в держателе 10 и соединить штуцер стенда со штуцером форсунки.

5 Для испытания форсунки на герметичность и гидравлическую плотность определить давление впрыска по манометру 9.

6 Прокачивать топливо рукояткой 17 со скоростью 60 ... 80 качков в минуту. Герметичность форсунки проверяют при затяжке регулировочного винта до давления впрыска 23 МПа. Время падения давления от 20 до 18 МПа должно составить 5 ... 25 с. Подтекание топлива из сопла распылителя не допускается. При работающем приводе отрегулируйте давление начала впрыска. Впрыск должен находиться в туманообразном состоянии, заметные на глаз струи не допускаются. Начало и конец впрыска должны быть четкими и сопровождаться резким звуком.

## 7 Результаты испытания регулировки форсунок

Марка форсунки	Герметичность форсунки, с		Давления впрыска, МПа		Качество распыла топлива	
	по ТУ	при испытании	по ТУ	при испытании	по ТУ	при испытании

## Контрольные вопросы

- 1 Устройство и типы форсунок.
- 2 Для чего под разными углами делаются отверстия в распылителе?
- 3 Почему распылитель и игла называются прецензионными парами?
- 4 Какое назначение имеет регулировочный винт на форсунке?
- 5 Почему нет регулировочного винта на форсунке от автомобиля КаМАЗ?
- 6 На какое давление регулируются форсунки для тракторов ДТ-75, К-701, МТЗ-80/82, Т-40, а также для автомобиля КамАЗ?
- 7 Назовите какие неисправности бывают у форсунок?
- 8 Расскажите порядок испытания форсунок на стенде.  
Литература: [1, с. 28 – 44; 4, с. 29 – 41].

## Лабораторная работа 7

### ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА РЕГУЛЯТОРОВ ЧАСТОТЫ ОБОРОТОВ ДИЗЕЛЯ

*Цель работы:* изучить принцип работы регулятора и его регулировку на стенде КИ-22205.

*Оборудование:* стенд КИ-22205, топливный насос высокого давления.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с оборудованием.
- 2 Изучить порядок выполнения регулировки регуляторов частоты оборотов дизеля.
- 3 Составить отчет о проделанной работе.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Под началом действия регулятора понимается момент отрыва винта корректора от призмы. Для удобства определения момента начала действия регулятора между винтом корректора и призмы устанавливают шуп 0,05 ... 0,08 мм или полоску тонкой бумаги. В момент освобождения полоски бумаги или шупа фиксируют число оборотов тахометром, которое будет соответствовать началу действия регулятора.

Проверка момента начала действия регулятора насоса типа 4ТН-8,5×10 на стенде КИ-22205

1 Включают стенд и поворачивают наружный рычаг в сторону увеличения подачи топлива до упора сектора в головку болта-ограничителя.

2 Вариатором постепенно увеличивают обороты и устанавливают их на 5 ... 15 об/мин больше, чем номинальные.

3 Контролируют обороты на панели электронного блока.

4 При нормальной регулировке регулятора в этот момент регулировочный винт вилки тяги регулятора с контрогайкой должен начинать отходить от наклонной плоскости призмы корректирующего устройства. Величина зазора между торцом винта и плоскостью призмы корректора должна быть 0,05 ... 0,08 мм, его проверяют шупом или полоской бумаги. До начала отхода вилки регулятора бумага зажата между винтом и призмой, а в момент начала действия регулятора она освобождается. Если будет установлено, что зазора нет или он больше нормального, то необходима регулировка оборотов начала действия регулятора. Для уменьшения оборотов нужно добавить одну или несколько прокладок под головку болта-ограничителя, а для увеличения необходимо убрать несколько прокладок. Каждая регулировочная прокладка толщиной 0,3 мм изменяет число оборотов кулачкового вала насоса на 7 ... 9 об/мин.

По мере работы двигателя вследствие износа в сопряженных деталях регулятора начало его действия смещается в зону более низких оборотов. Поэтому в условиях эксплуатации после каждой регулировки количество прокладок под головкой болта-ограничителя надо уменьшить. Последние 4 – 5 прокладок удалять нельзя, так как их толщина соответствует длине ненарезанной части болта-ограничителя и компенсирует ее.

## ПРОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧЕНИЯ ПУСКОВОГО ОБОГАТИТЕЛЯ

1 Установить рычаг управления регулятором в среднее положение.

2 Уменьшить число об/мин вала насоса до 200 ... 250 и вытянуть на себя кнопку обогатителя.

3 Постепенно, повышая скорость вращения вала насоса, определяют число оборотов, при котором происходит выключение обогатителя.

Возвращение валика обогатителя с призмой корректора в первоначальное положение под действием пружины должно происходить при 300 ... 350 об/мин. Если обороты окажутся больше или меньше указанных, то проверяют состояние сальника и пружины валика пускового обогатителя.

Т А Б Л И Ц А 8

Марка трактора Опыт	Марка двигателя	Марка топливного насоса	Номинальная частота вращения кулачкового вала, мин	Частота вращения кулачкового вала, мин, соответствующее началу действия регулятора	
				по ТУ	при испытании
1					
2					
3					

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Назовите детали регулятора числа оборотов топливного насоса типа 4ТН-8,5×10?

2 Укажите детали, с помощью которых регулируют момент начала действия регулятора насоса типа 4ТН-8,5×10?

3 Как регулируется регулятор насоса типа 4ТН-8,5×10 на полное прекращение подачи топлива?

4 Как проверить момент начала действия регулятора насоса типа 4 ТН-8,5×10?

5 Назовите другие типы насосов высокого давления?

6 Как устанавливаются регулировочные прокладки?

Литература: [3, с. 75 – 80; 4, с. 25 – 27].

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

### ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ

*Цель работы:* ознакомиться с различными типами топливных насосов высокого давления и их особенностями при регулировке.

*Оборудование:* топливные насосы типа 4ТН-8,5×10, УТН-5, стенд КИ-22205, трактор ДТ-75.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с оборудованием, установленном на испытательном стенде КИ-22205.
- 2 Изучить основные регулировочные операции.
- 3 Составить отчет.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проверку и регулировку топливного насоса проводят на испытательном стенде КИ-22205 в следующей последовательности.

- 1 Регулируют ход рейки.
- 2 Предварительно проверяют и регулируют количество подачи топлива насосными элементами.
- 3 Проверяют и регулируют угол опережения начала впрыска топлива.
- 4 Проверяют равномерность подачи топлива.
- 5 Проверяют обороты, при которых происходит автоматическое выключение пускового обогатителя.
- 6 Устанавливают винт упора выключения подачи топлива.
- 7 Устанавливают болт-ограничитель подачи топлива.

Величину хода рейки регулируют вращением винта вилки тяги регулятора. Полный ход рейки у насосов 4ТН-8,5×10 и его модификаций должен быть 10,5 ... 11 мм, а у насосов УТН-5 – 7,5 ... 8 мм. Величину хода рейки измеряют штангенциркулем от любой обработанной поверхности корпуса насоса до одного из хомутов при двух крайних положениях рейки. Рейку в эти положения устанавливают перемещением рычага регулятора при работающем насосе. При заворачивании винта в верхнем конце вилки регулятора величина хода рейки и часовой расход топлива уменьшается, а при отворачивании – увеличивается. После регулировки винт стопорят контргайкой.

Проверка и регулировка угла опережения начала подачи топлива насосом на стенде КИ-22205

Основные показатели работы тракторного и автомобильного дизеля – мощность и экономичность, зависят от угла опережения начала подачи топлива. В условиях эксплуатации дизелей угол опережения начала подачи топлива через 500 ... 700 ч работы изменяется, так как происходит износ рабочих поверхностей кулачков, роликов, торцов регулировочных болтов толкателей, плунжеров и деталей форсунки.

Перед регулировкой насоса 4ТН-8,5×10 проверяют щупом запас хода плунжера, который должен быть 0,3 мм. При необходимости его регулируют вращением регулировочного болта толкателя в требуемом направлении при отпущенной контргайке.

Моментоскоп устанавливают на штуцер первого насосного элемента и рейку ставят в положение полной подачи топлива. Повертывают от ручки воротком вал привода насоса до появления в

стеклянной трубке моментоскопа топлива. После того, как установится уровень топлива в моментоскопе, медленно вращают вал привода и наблюдают за уровнем топлива (мениском). Как только уровень топлива начнет повышаться, вращение вала прекращают. По делениям градуированной шкалы подвижного диска определяют угол опережения начала подачи топлива первым насосным элементом. Если величина угла опережения начала подачи топлива отличается от оптимальной более, чем на  $0,5^\circ$ , насосный элемент подлежит регулировке.

Регулировку производят вращением регулировочного болта толкателя при отпущенной контргайке. Для увеличения угла опережения начала подачи топлива болт вывинчивают, а для уменьшения угла опережения болт завинчивают. Один полный оборот регулировочного болта толкателя изменяет угол опережения начала подачи топлива на  $4,5 \dots 5^\circ$  поворота кулачкового вала.

По окончании регулировки необходимо еще раз повернуть кулачковый вал и проверить невозможность столкновения плунжера с гнездом нагнетательного клапана. После этого надежно закрепить контргайку регулировочного болта толкателя.

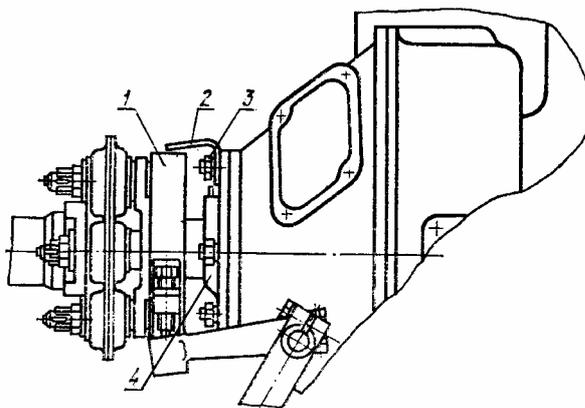
Проверку и регулировку угла опережения начала подачи топлива у остальных насосных элементов выполняют тем же способом по порядку работы цилиндров. Допустимое отклонение в величине угла опережения начала подачи топлива по сравнению с предшествующим насосным элементом должно составлять  $90 \pm 0,5^\circ$ .

#### Проверка и регулировка угла опережения начала подачи топлива насосом, установленным на двигателе трактора ДТ-75

Существует несколько методов контроля момента начала подачи топлива. Наиболее распространен и удобен для контроля на тракторе метод проверки по мениску. Для этого используют моментоскоп – стеклянную трубку внутренним диаметром  $1 \dots 2$  мм, соединенную резиновой трубкой с отрезком трубки высокого давления длиной  $50 \dots 60$  мм. Для этого снимают трубку высокого давления первого цилиндра и на штуцер первой секции насоса устанавливают моментоскоп. Ослабляют гайки крепления крышки 4 (рис. 4) сальника муфты сцепления и щитка тормозка муфты сцепления и снимают щиток, перемещая его вверх. Устанавливают под верхнюю отвернутую гайку стрелку 2 острием к наружной цилиндрической поверхности шкива 1 тормозка и закрепляют ее. Затягивают все гайки крепления крышки сальника. Удаляют воздух из системы питания и рычаг управления подачей топлива ставят в положение максимальной подачи. Включив декомпрессионный механизм, вращают коленчатый вал двигателя по часовой стрелке рукояткой до тех пор, пока в стеклянной трубке моментоскопа не появится топливо. В момент начала подъема уровня топлива в трубке прекращают вращать коленчатый вал и наносят метку карандашом или мелом на шкиве тормозка. Затем из картера маховика вывинчивают установочную шпильку и вставляют ее в то же отверстие удлиненным концом без резьбы до упора в маховик.

После этого поворачивают коленчатый вал, пока установочный винт не войдет в сверление в маховике, и делают на шкиве тормозка вторую метку. Это положение соответствует нахождению поршня первого цилиндра в ВМТ в конце такта сжатия.

Момент начала подачи топлива относительно ВМТ определяют по расстоянию между метками на шкиве тормозка. Длина дуги, равная  $50 \dots 55$  мм, соответствует моменту начала подачи топлива за  $27 \dots 30^\circ$  до ВМТ по углу поворота коленчатого вала. Одному градусу поворота коленчатого вала соответствует дуга  $1,83$  мм.



**Рис. 4** Установка стрелки для проверки угла опережения подачи топлива:  
1 – шкив тормозка; 2 – стрелка; 3 – гайка; 4 – крышка сальника муфты сцепления

Если угол опережения впрыска при проверке не будет соответствовать нормальному (27 ... 30°), его надо отрегулировать, переставив шлицевой фланец относительно шестерни привода топливного насоса.

Для этого снимают крышку перед шлицевым фланцем, выворачивают два болта крепления шлицевого фланца, поворачивают фланец в требуемое положение и закрепляют болтами. Затем вновь проверяют момент начала подачи топлива и, если он соответствует норме, ставят крышку и щиток тормоза на место.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Расскажите порядок проверки и регулировки топливной аппаратуры на стенде.
- 2 Почему угол опережения начала подачи топлива влияет на величину мощности дизельного двигателя?
- 3 Какие характерные признаки можно установить по дымлению двигателя?
- 4 От чего зависит работа двигателя с перебоями?
- 5 Расскажите порядок проверки и регулировки топливной аппаратуры на тракторе ДТ-75.
- 6 В чем особенность начала работы основного двигателя при запуске и какие характерные признаки могут быть при неисправной топливной аппаратуре?
- 7 Почему двигатель перегревается от неправильного установления угла опережения впрыска топлива?
- 8 Если из выхлопной трубы двигателя выходит белый дым, то какие возможные неисправности могут быть?

Литература: [4, с. 52 – 60; 5, с. 70 – 72].

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9**

### **СНЯТИЕ РЕГУЛИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ ПО УГЛУ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА**

*Цель работы:* изучить методику регулирования специальным приспособлением, установленным в топливном насосе.

*Оборудование:* тормозной стенд, двигателя: Д-21, СМД-14.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

- 1 Ознакомиться с оборудованием, установленным на испытательном тормозном стенде.
- 2 Изучить основные сборочно-регулирующие операции стенда.
- 3 Выполнить опыты по исследованию дизельного двигателя на тормозном стенде.
- 4 Составить отчет.
- 5 Ответить на контрольные вопросы.

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

ИСПЫТАНИЕ ДИЗЕЛЯ ДЛЯ СНЯТИЯ РЕГУЛИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПО УГЛУ ОПЕРЕЖЕНИЯ НАЧАЛА ВПРЫСКА ТОПЛИВА ПРОВОДЯТ С ЦЕЛЮ УСТАНОВЛЕНИЯ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО МОМЕНТА НАЧАЛА ВПРЫСКА ТОПЛИВА.

Угол опережения начала впрыска топлива изменяют специальным приспособлением (рис. 5), установленным в топливном насосе. Втулка 10 этого приспособления закрепляется специальной глухой гайкой на хвостовике вала насоса. На цилиндрической поверхности наружного конца втулки 10 имеются два винтовых паза 4 прямоугольного сечения, расположенных в одной плоскости, имеющих разное направление. Наружный конец втулки 10 находится внутри стального цилиндра 1, к торцу которого приварена шайба 9 привода вала насоса. Через отверстия 8 шайба привертывается двумя болтами к шестерне привода.

На всей поверхности цилиндра 1, напротив винтовых пазов втулки, имеются два прямоугольных выреза 2. На поверхности цилиндра 1 расположена скользящая бронзовая муфта 6 с двумя вин-

товыми шлицами 3, которые входят в винтовые пазы 4 втулки. Винтовые шлицы муфты расположены на прямоугольных шлицах 5, находящихся в вырезах стального цилиндра.

Бронзовая муфта 6, охватывается хомутом 7 и с двумя цапфами 11 хомута соединяют вилки рычагов, связанных с валиком. Валик опирается на втулки, установленные в специальном корпусе, который крепится к фланцу люка крышки щита распределения. Валик повертывается рычагом, закрепленным на его конце. Рычаг соединяется с тягой, которая перемещается при вращении гайки, накрученной на резьбовой конец тяги.

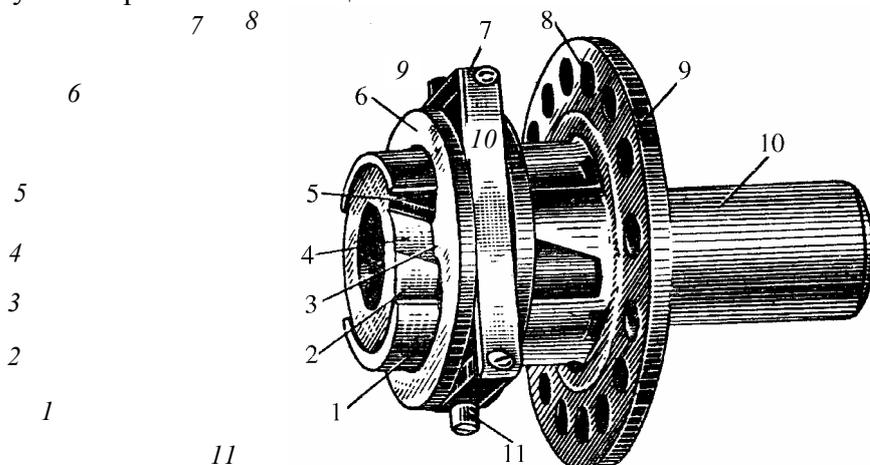


Рис. 5 Приспособление для изменения угла опережения начала впрыска топлива:

1 – ЦИЛИНДР; 2 – ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ВЫРЕЗ; 3 – ВИНТОВОЙ ШЛИЦ; 4 – ВИНТОВОЙ ПАЗ;  
5 – ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ШЛИЦ; 6 – МУФТА; 7 – ХОМУТ; 8 – ОТВЕРСТИЯ ВО ФЛАНЦЕ;  
9 – ФЛАНЕЦ; 10 – ВТУЛКА; 11 – ЦАПФА

Для изменения угла опережения начала впрыска топлива перемещают тягу, в результате чего через рычаг повертывается валик. Вилки рычагов, закрепленных на валике через цапфы 11 и хомут 7, перемещают бронзовую муфту 6 вдоль образующей поверхности стального цилиндра 1, так как муфта 6 соединена с втулкой 10 через винтовые шлицы, то при продольном перемещении муфты 6 втулка 10 будет повертываться на некоторый угол.

При перемещении бронзовой муфты 6 вперед (к радиатору) кулачковый вал повертывается по часовой стрелке и угол опережения начала впрыска топлива увеличивается. При перемещении муфты назад угол опережения начала впрыска топлива уменьшается.

Во время опыта замеряют число оборотов вала тормоза, усилие на весах тормоза, расход топлива за опыт, продолжительность опыта. По замеренным величинам подсчитывают значения мощности, часового и удельного расходов топлива.

Эффективную мощность двигателя  $N_e$  подсчитывают по формуле, кВт:

$$N_e = 9,8 \cdot 10^{-3} \frac{P_T L w_T}{\eta_T}, \quad (1)$$

где  $P_T$  – показания весов тормоза, кг;  $w_T$  – угловая скорость вала тормоза, рад/с.

$$w_T = \frac{\pi n_T}{30}, \quad (2)$$

где  $n_T$  – число оборотов вала тормоза в минуту;  $L$  – длина плеча рычага тормоза, м,  $L = 0,716$  м;  $\eta_T$  – КПД передачи от вала двигателя к валу тормоза  $\eta = 0,8 \dots 0,9$ .

Часовой расход топлива  $G_T$  рассчитывают по формуле:

$$G_T = A \frac{\Delta V \rho_t}{T}, \quad (3)$$

где  $\Delta V$  – объем мерного сосуда, см<sup>3</sup>;  $\rho_t$  – удельный вес топлива, г/см<sup>3</sup>;  $T_{оп}$  – время расхода  $\Delta V$  топлива;  $A$  – коэффициент, равный 3,6, если  $T_{оп}$  выражено в секундах.

Величину удельного расхода топлива определяют по формуле,

г/кВт · ч:

$$q_c = \frac{G_T}{N_e} 10^3. \quad (4)$$

В журнале испытаний отмечают характер выпуска отработанных газов и жесткость работы дизеля. Данные заносят в табл. 9.

Таблица 9

№ п/п	Измерить					Вычислить		
	Угол, $\alpha^\circ$	Обороты $n_1$ , с	Усилия на вехах тормоза $P_T$ , Н	Время $T$ , с	Объем $V$ , см <sup>3</sup>	$N_e$ , кВт	$G_T$ , кг/ч	$q_c$ , г/кВт · ч

После проведения опытов и обработки результатов испытаний строят кривые регулировочной характеристики по углу опережения начала впрыска топлива  $N_e = f(\alpha^\circ)$  и  $q_c = f(\alpha^\circ)$ , указанные на рис. 6.

### Контрольные вопросы

- 1 Для чего устанавливают угол опережения впрыска топлива?
- 2 Опишите порядок проведения опыта.
- 3 Что такое холодная обкатка двигателя?

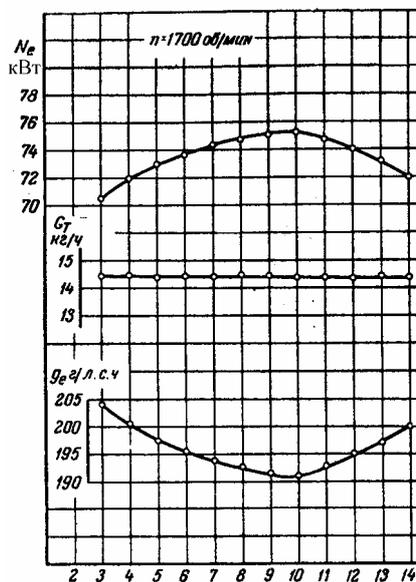


Рис. 6 Регулировочная характеристика двигателя СМД-14 по углу опережения начала впрыска топлива

4 На каком стенде проводится холодная обкатка двигателя?

5 Кратко расскажите об устройстве обкаточно-тормозного стенда.

6 Как влияет холодный воздух на режим запуска двигателя и на процесс работы.

7 Почему необходимо подавать в двигатель не горячий воздух, а охлажденный и как это влияет на его эффективную мощность?

Литература: [3, с. 25 – 40; 4, с. 102 – 120; 4, с. 188 – 190].

# ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ ПРИ ФИКСИРОВАННОМ ПОЛОЖЕНИИ РЕЙКИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА

*Цель работы:* изучить методику испытания дизельного двигателя при фиксированном положении рейки топливного насоса.

*Оборудование:* тормозной стенд, двигатели Д-21, СМД-14.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с оборудованием тормозного стенда.
- 2 Изучить основные регулировочные операции.
- 3 Выполнить опыты по исследованию дизельного двигателя при фиксированном положении рейки топливного насоса.
- 4 Составить отчет.
- 5 Ответить на контрольные вопросы.

До начала проведения испытаний дизельного двигателя по снятию скоростной характеристики необходимо отсоединить регулятор числа оборотов от тяги рейки топливного насоса. Рейку закрепляют в положении, соответствующем часовому расходу топлива при максимальной мощности двигателя и устанавливают наивыгоднейший угол опережения начала впрыска топлива, который сохраняют постоянным во время всего испытания. Положение рейки и величину угла опережения начала впрыска топлива определяют из регулировочных характеристик. Число оборотов коленчатого вала дизеля изменяют регулированием нагрузки тормоза.

Первый опыт проводят при увеличенной нагрузке и пониженном числе оборотов, обеспечивающем устойчивую работу дизеля. Каждый последующий опыт проводят, повышая число оборотов по сравнению с предыдущим опытом на 100 об/мин, уменьшая для этого нагрузку тормоза.

Последний опыт проводят при числе оборотов, превышающем установленное заводом на 100 ... 200 об/мин.

Во время испытаний дизеля замеряют усилие на весах тормоза, число оборотов вала тормоза, температуру масла, температуру воды и отработавших газов, расход топлива за опыт, продолжительность опыта и наблюдают за дымностью выхлопа.

По замеренным величинам подсчитывают мощность, крутящий момент, часовой и удельный расходы топлива. В процессе испытаний строят дежурную кривую изменения усилий на весах тормоза в зависимости от числа оборотов коленчатого вала дизеля.

Крутящий момент двигателя  $M_k$  подсчитывают по формуле, Н · м:

$$M_k = 9,8 \frac{P_T L}{i_T \eta_T}, \quad (5)$$

где  $P_T$  – показания весов тормоза, кг;  $L$  – длина плеча рычага тормоза,  $L = 0,716$  м;  $i_T$  – передаточное число передачи от вала двигателя к валу тормоза (0,8 ... 0,9);  $\eta_T$  – КПД передачи от вала двигателя к валу тормоза (0,8 ... 0,95).

Эффективную мощность двигателя  $N_e$  определяют по формуле, кВт:

$$N_e = 9,8 \cdot 10^{-3} \frac{P_T L \omega_T}{\eta_T}, \quad (6)$$

где  $P_T$  – показания весов тормоза, кг;  $\omega_T$  – угловая скорость вала тормоза, рад/с;

$$\omega_T = \frac{\pi n}{30}, \quad (7)$$

где  $n_T$  – число оборотов вала тормоза в минуту;  $L$  – длина плеча рычага тормоза, м,  $L = 0,716$  м;  $\eta_T$  – КПД передачи от вала двигателя к валу тормоза,  $\eta_T = 0,8 - 0,95$ .

Часовой расход топлива  $G_T$  рассчитывают по формуле, кг/ч:

$$G_T = A \frac{\Delta V \rho_t}{T}, \quad (8)$$

где  $\Delta V$  – объем мерного сосуда, см<sup>3</sup>;  $\rho_t$  – удельный вес топлива,  $\rho_t = 0,83$  г/м<sup>3</sup>;  $T_{оп}$  – время расхода  $\Delta V$  топлива;  $A$  – коэффициент, равный 3,6, если  $T_{оп}$  выражено в секундах.

Удельный расход топлива определяют по формуле, г/кВт · ч:

$$q_e = \frac{G_T}{N_e} 10^3. \quad (9)$$

После проведения опытов и обработки результатов испытаний строят кривые скоростной характеристики дизельного двигателя:

$$N_e = f(n); q_e = f(n); M_k = f(n); G = f(n).$$

Таблица 10

Измерить								Вычислить			
Обороты насоса, об/мин	Обороты вала тормоза, $n_T$	Усилие на весах тормоза	Время опыта	Объем топлива, ва	$t^\circ$ воды	$t^\circ$ масла	$t^\circ$ газов	$M_k$	$N_e$	$G_T$	$q_e$
1	300										
2	400										
3	500										
4	600										
5	700										
6	800										

### Контрольные вопросы

- 1 Опишите порядок проведения опыта.
- 2 Можно ли по выхлопным газам определить характер работы двигателя?
- 3 Как влияет скоростная характеристика на работу двигателя?
- 4 От чего снижается мощность двигателя?
- 5 Что влияет на крутящий момент двигателя?
- 6 От чего снижается экономичность двигателя?
- 7 Почему работа дизеля с дымным выхлопом крайне вредна?
- 8 Что называется предельной мощностью?
- 9 Какую роль выполняет корректор в топливном насосе высокого давления?

Литература: [2, с. 72 – 87; 4, с. 191 – 193].

### Лабораторная работа 11

#### СНЯТИЕ РЕГУЛЯТОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ ПРИ ПОЛНОМ И ЧАСТИЧНОМ ПОЛОЖЕНИИ РЫЧАГА РЕГУЛЯТОРА

*Цель работы:* изучить методику испытания дизельного двигателя при полном и частичном положении рычага регулятора топливного насоса.

*Оборудование:* тормозной стенд, двигателя Д-21А, СМД-14.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с оборудованием стенда.
- 2 Изучить основные контрольно-регулирующие операции.
- 3 Выполнить исследования по характеру работы дизеля при полном и частичном положении рычага регулятора топливного насоса.
- 4 Составить отчет.
- 5 Ответить на контрольные вопросы.

Перед началом испытаний дизельного двигателя для снятия регуляторной характеристики проверяют соединение рычага регулятора с тягой рейки топливного насоса.

Пользуясь регулировочными характеристиками по подаче топлива и углу опережения начала впрыска, в топливном насосе устанавливают регулировочный винт вилки регулятора (для ограничения количества подаваемого топлива) и наивыгоднейший угол опережения начала впрыска топлива.

Во время каждого опыта поддерживается постоянное число оборотов двигателя.

При первом опыте двигатель работает без нагрузки на холостом ходу. Для проведения второго опыта нагрузку двигателя увеличивают до  $0,25N_e$ . Третий и последующие опыты проводят при нагрузках, соответствующих  $0,5N_e$ ,  $0,75N_e$  и полной мощности  $N_e$ . При работе двигателя в зоне перегрузки (для выявления наибольшей величины крутящего момента) нагрузку гидротормоза увеличивают постепенно, на небольшую величину так, чтобы показания весов увеличивались при каждом опыте не более чем на 1 кг.

Число опытов при перегрузке двигателя должно быть достаточным для того, чтобы выявить перегиб кривой крутящего момента. Последний опыт проводят при наименьшем числе оборотов, при котором еще возможна устойчивая работа двигателя.

Для выявления точки перегиба кривой мощности и характера протекания безрегуляторной ветви характеристики нагрузку тормоза вблизи нормальной мощности повышают постепенно на небольшую величину. Для исследования точки перегиба кривой среднего эффективного давления или крутящего момента проводят 3 – 4 опыта при перегрузке двигателя.

Опыты должны проводиться так, чтобы один из них соответствовал точке максимального крутящего момента. Два других опыта должны соответствовать точкам, расположенным на кривой крутящего момента по обе стороны от максимального значения крутящего момента. Следует помнить, что в режиме больших перегрузок детали двигателя испытывают значительные тепловые и механические напряжения, и поэтому продолжительность опытов и повторность их проведения в этих случаях необходимо по возможности сокращать.

Для определения среднего эффективного давления  $P_e$  пользуются формулой, МПа

$$P_e = \frac{200\pi\tau}{V_h} \frac{N_e}{\omega_T}, \quad (10)$$

где  $V_h$  – рабочий объем цилиндров двигателя, л;  $\tau$  – коэффициент тактности двигателя (для двухтактных  $\tau = 1$ , а для четырехтактных  $\tau = 2$ );  $\omega_T$  – угловая скорость вала тормоза, рад/сек;  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт.

Эффективную мощность двигателя рассчитывают по формуле, кВт

$$N_e = 9,8 \cdot 10^{-3} \frac{P_T L \omega_T}{\eta_T}, \quad (11)$$

где  $P_T$  – показания весов тормоза, кг;  $\omega_T$  – угловая скорость вала тормоза, рад/с

$$\omega_T = \frac{\pi n_T}{30},$$

где  $n_T$  – число оборотов вала тормоза в минуту;  $L$  – длина плеча рычага тормоза, м,  $L = 0,716$  м;  $\eta_T$  – КПД передачи,  $\eta = 0,8 \dots 0,9$ .

Часовой расход топлива  $G_T$  рассчитывают по формуле, кг/ч:

$$G_T = A \frac{\Delta V \rho_t}{T}, \quad (12)$$

где  $\Delta V$  – объем мерного сосуда, см<sup>3</sup>;  $\rho_t$  – удельный вес топлива  $\rho_t = 0,83$  г/м<sup>3</sup>;  $T_{оп}$  – время расхода  $\Delta V$  топлива;  $A$  – коэффициент, равный 3,6, если  $T_{оп}$  выражено в секундах.

Величину удельного расхода топлива определяют по формуле:

$$q_e = \frac{G_T}{N_e} 10^3, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}; \quad (13)$$

$$M_q = 0,8 M_k, \text{ н} \cdot \text{М}.$$

Таблица 11

Измерить							Вычислить			
Обороты вала тормоза, $n_T$	Усилие на весах тормоза, $P$	Время опыта $T$ , с	Объем топлива, $V$ , см <sup>3</sup>	$t$ воды, °С	$t$ масла, °С	$t$ газов, °С	$N_e$ , кВт	$G_T$ , кг/ч	$q_e$ , г/кВт·ч	$P_e$ , кг/км <sup>2</sup>
							0,25			
							0,5			
							0,75			
							1,0			

Во время испытаний строят дежурную кривую, а после обработки материалов – кривые регуляторной характеристики  $n = f(N_e)$  и  $N_e = f(n)$ . По данным результатов испытаний можно построить характеристику двигателя по нагрузке, представляющую собой зависимость  $N_e$ ,  $G_T$  и  $q_e$  от  $p_e$ .

### Контрольные вопросы

- 1 Опишите порядок проведения опыта.
- 2 Как изменяется крутящий момент от числа оборотов?
- 3 Почему возникает дымление двигателя при перегрузке?
- 4 В чем состоит значение регуляторной характеристики?
- 5 Почему работа дизеля с дымным выхлопом вредна?

- 6 Какой недостаток устраняют корректором в топливном насосе при работе дизеля?
  - 7 Почему в режимах больших перегрузок детали двигателя нагреваются?
- Литература: [1, с. 52 – 70; 4, с. 193 – 200].

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Кривенко П.М., Федоров И.М. Ремонт и техническое обслуживание системы питания автотракторных двигателей. М., 1980. 284 с.
- 2 Ачкасов К.А., Вегера В.П. Справочник начинающего слесаря. М., 1987. 350 с.
- 3 Крутов В.И., Горбаневский В.Е., Кислов В.Г. Топливная аппаратура автотракторных двигателей. М., 1985. 297 с.
- 4 Трубников Г.И. Практикум по автотракторным двигателям. М., 1968. 220 с.