

Л. Я. Волчок, В. И. Хатянович

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОПЛИВА НА ПРОЦЕСС ТОПЛИВОПОДАЧИ В ТРАКТОРНОМ ДИЗЕЛЕ Д-50

Протекание процесса топливоподачи в дизеле во многом определяется физическими характеристиками применяемого топлива и в первую очередь его плотностью, вязкостью и сжимаемостью [1]. В свою очередь эти характеристики топлива изменяются с его температурой: с повышением ее вязкость и плотность уменьшаются, а сжимаемость возрастает [2,3].

В условиях эксплуатации дизелей в зависимости от температуры окружающего воздуха, нагрузки двигателя, а также от устройств и размещения на двигателе агрегатов системы питания температура топлива может меняться в широких пределах [4]. В наших опытах с двигателем Д-50 при температуре воздуха в испытательном боксе $+45^{\circ}\text{C}$ температура топлива в фильтре тонкой очистки топлива равнялась $+70^{\circ}\text{C}$, в головке топливного насоса — $+80^{\circ}\text{C}$ и в кармане распылителя форсунки — $+90^{\circ}\text{C}$.

Учитывая, что тракторы МТЗ-50 и МТЗ-52 с двигателем Д-50 эксплуатируются в различных климатических зонах, следует ожидать, что температура топлива в его системе питания может изменяться на значительную величину и соответственно будут изменяться характеристики процесса топливоподачи, а также мощностные и экономические показатели работы самого двигателя.

В настоящей статье излагаются результаты исследования влияния температуры топлива на основные характеристики топливоподачи: цикловую подачу, фазы впрыска, закон протекания давления и др.

Исследованию подвергалась топливная аппаратура дизеля Д-50, состоящая из топливного насоса УТН-5 и штифтовых форсунок ФШ6 \times 2 \times 25°, на топливе ДЛ (ГОСТ 305—62), которое при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ имело вязкость 4,62 *сст* и плотность 0,82 *г/см³*, а при $+80^{\circ}\text{C}$ — соответственно 1,75 *сст* и 0,79 *г/см³*.

Испытания проводились на безмоторном стенде СДТА-1 (рис. 1) с впрыском топлива в атмосферу и непосредственно на двигателе. При этом до поступления в топливный насос топливо

подогревалось в специальном подогревателе. Постоянство температуры топлива поддерживалось автоматически с помощью щита управления ЩУМ-12, оборудованного электронным потенциометром ЭПД-12 с двумя хромель-копелевыми термопарами, установленными на входе и выходе топлива из насоса.

Температура топлива в корпусе форсунки и в кармане распылителя измерялась также с помощью хромель-копелевых термопар и электронного потенциометра ЕКВТ-6. Температура топлива на входе в насос регулировалась в пределах от $+10$ до $+80^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

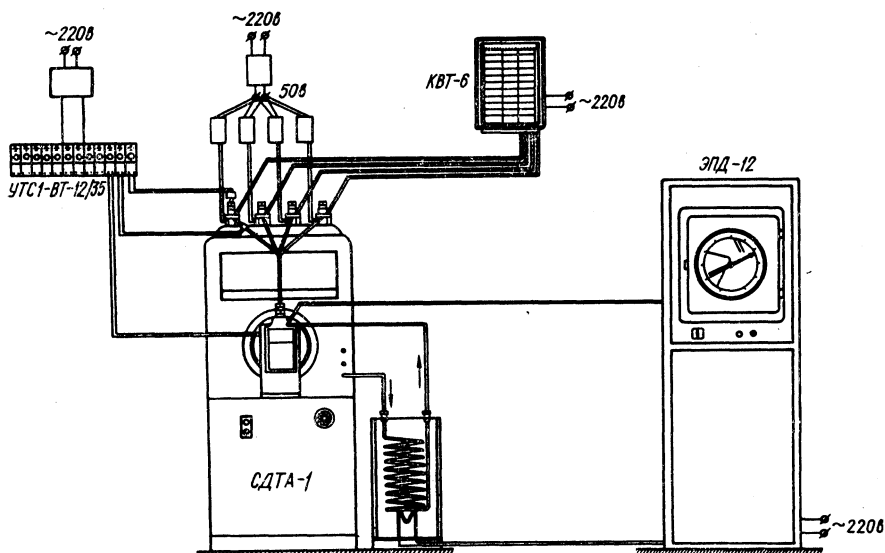


Рис. 1. Схема установки

Расход топлива при испытании на стенде измерялся весовым и объемным способами, а на двигателе — только весовым.

При осциллографировании работы топливной аппаратуры диаграммы давления в штуцере насоса и перед форсункой, а также диаграмма подъема иглы форсунки снимались с применением тензометрических датчиков. Кроме того, на осциллограмму с помощью контактного устройства наносились две фазовые отметки с угловым расстоянием между ними, равным 52° . Отметки служили для привязки диаграмм давления и подъема иглы форсунки к геометрическому началу подачи, а также для определения масштаба диаграмм по углу поворота кулачкового вала насоса.

В опытах с зафиксированной рейкой топливного насоса ее положение измерялось с точностью до $0,1$ мм.

Для исследования влияния температуры топлива на процесс топливоподачи были проведены серии опытов при температурах топлива на входе в насос (10° , 20 , 40 , 60 и 80°C). При каждой из

этих температур снимались следующие характеристики топливного насоса:

а) скоростная характеристика, выражающая зависимость цикловой подачи от числа оборотов при закрепленной рейке топливного насоса и отключенном регуляторе;

б) характеристика по подаче, выражающая зависимость цикловой подачи от положения рейки при неизменном числе оборотов и отключенном регуляторе;

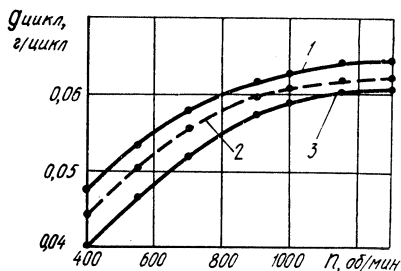


Рис. 2. Зависимость цикловой подачи насоса от числа оборотов при различных температурах топлива и закрепленной рейке:

1 — +10°C; 2 — +40°C; 3 — +80°C

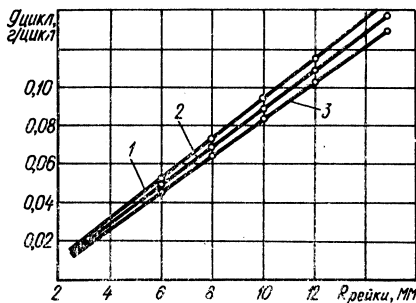


Рис. 3. Зависимость цикловой подачи насоса от положения рейки при различных температурах топлива и постоянном числе оборотов:

1 — +10°C; 2 — +40°C; 3 — +80°C; $n = 850$ об/мин

в) регулировочная характеристика, выражающая зависимость часовой подачи от числа оборотов при действии регулятора; характеристика снималась при температуре (20°, 45 и 70°C).

Кроме измерения цикловой подачи, в каждом из этих опытов снимались осциллограммы давления и подъема иглы, которые позволяли определять остальные характеристики топливоподачи.

Результаты опытов представлены графически на рис. 2, 3 и 4.

На рис. 2 показано влияние температуры топлива на цикловую подачу при разных числах оборотов. Как следует из графиков, при повышении температуры топлива от 10 до 80°C цикловая подача снижается на 15% при 400 об/мин вала насоса и соответственно на 8,5% при 850 об/мин и 6,4% при 1300 об/мин.

Понижение цикловой подачи с ростом температуры частично вызывается уменьшением плотности топлива, изменение которой в этом диапазоне температур составляет 5,5%. Остальное снижение подачи связано с падением вязкости топлива и может быть объяснено уменьшением эффекта дросселирования во впускном и отсечном окнах вследствие лучшей текучести топлива, а также увеличением перетекания топлива из полости высокого давления в полость низкого давления через уплотняющую часть плунжера. С повышением числа оборотов и связанным с этим сокращением времени нагнетания топлива плунжером утечки через неплотности уплот-

няющей части плунжера будут уменьшаться. Этим, по-видимому, и объясняется отмеченное выше уменьшение влияния температуры топлива на цикловую подачу с ростом числа оборотов. Утечка топлива через направляющую часть плунжера в картер насоса во время опытов была ничтожно мала.

Влияние температуры топлива на цикловую подачу при разных положениях рейки показано на рис. 3. Из графика следует, что абсолютная разность между цикловой подачей при температуре

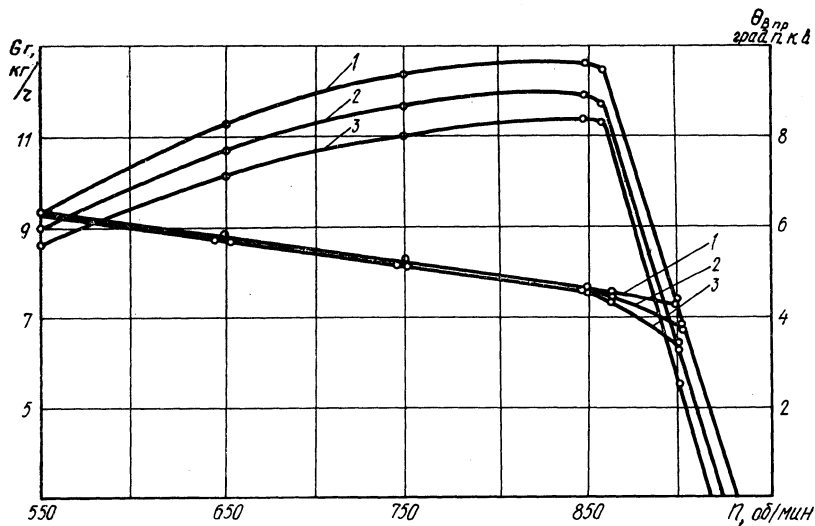


Рис. 4. Зависимость часовой подачи насоса (с регулятором) от числа оборотов при различных температурах топлива:
1 — +20°C; 2 — +45°C; 3 — +70°C

топлива +10°C и +80°C с увеличением хода рейки растет, относительное же снижение цикловой подачи существенно не изменяется и лежит в пределах 8—10%.

Изменение часовой производительности насоса по скоростной характеристике с регулятором при разных температурах представлено графически на рис. 4. Как следует из графиков, увеличение температуры топлива от +20 до +70°C на корректорной ветви характеристики (в диапазоне чисел оборотов 550—850 об/мин) снижает часовую подачу на 8—10%. Снижение часовой производительности насоса при повышении температуры на режиме оборотов максимального крутящего момента составило 0,9 кг/ч; на номинальном режиме — 1,2 кг/ч.

Полное прекращение подачи топливным насосом с повышением температуры топлива от +20 до +70°C смещается в сторону меньших чисел оборотов на 25 об/мин, что может быть объяснено увеличением сжимаемости топлива и уменьшением эффекта дросселирования во впускных и отсечных окнах.

Степень неравномерности подачи топлива по секциям насоса практически не зависит от температуры топлива и определяется точностью измерения количества поданного секциями топлива.

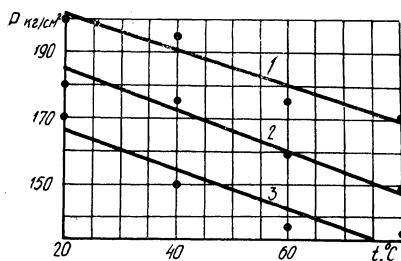


Рис. 5. Зависимость максимального давления впрыска от температуры топлива при различных числах оборотов вала насоса:

1 — 1300 об/мин; 2 — 850 об/мин; 3 — 400 об/мин

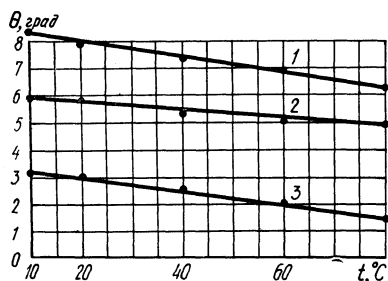


Рис. 6. Зависимость угла опережения впрыска от температуры топлива при различных числах оборотов вала насоса:

1 — 400 об/мин; 2 — 850 об/мин; 3 — 1300 об/мин; $h_p = 6,8 \text{ мм}$

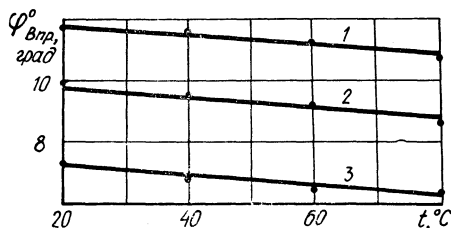


Рис. 7. Зависимость продолжительности впрыска от температуры топлива при различных числах оборотов вала насоса:

1 — 400 об/мин; 2 — 850 об/мин; 3 — 1300 об/мин

Результаты обработки диаграмм давления и подъема иглы форсунки, заснятых при впрыске топлива 1-й секцией в атмосферу при различных температурах топлива, приведены на графиках (рис. 5, 6, 7).

С увеличением температуры топлива (рис. 5) от $+20$ до $+80^\circ\text{C}$ максимальное давление впрыска уменьшается на $30\text{--}40 \text{ кг/см}^2$ для разных чисел оборотов вала насоса. Уменьшение максимального давления впрыска может быть объяснено уменьшением вязкости топлива и большей сжимаемостью его при повышенных температурах.

Остаточное давление в трубопроводе высокого давления сильно изменяется от цикла к циклу для данной комплектации топливной аппаратуры (с разгрузочным объемом нагнетательного клапана $V_{\text{разгр}} = 50 \text{ мм}^3$), что не позволило определить зависимость от температуры топлива в головке насоса.

Действительный угол опережения впрыска (рис. 6) при фиксированном положении рейки насоса с повышением температуры топлива от $+20$ до $+80^\circ\text{C}$ уменьшается на $1\text{--}2^\circ$ поворота вала насоса, что может быть объяснено увеличением сжимаемости топлива.

При работе топливного насоса с регулятором (рис. 4) в зоне корректорной ветви угол опережения впрыска уменьшается незначительно. Заметное уменьшение угла опережения впрыска происходит только на регуляторной ветви и на режиме максимальных оборотов холостого хода двигателя составляет 1,5—2 градуса поворота вала насоса.

Продолжительность впрыска (рис. 7) с увеличением температуры топлива сокращается на 1—1,5° поворота вала насоса, т. е. практически на величину запаздывания действительного начала впрыска.

Характер протекания давления впрыска и подъема иглы фср-сунки с изменением температуры топлива заметно не меняется.

Выводы

1. При повышении температуры топлива в головке насоса от +20 до +80°С:

а) производительность топливной аппаратуры уменьшается на 9—10%;

б) максимальное давление впрыска уменьшается на 30—40 кГ/см^2 ;

в) угол опережения впрыска сокращается на 1—2° поворота вала насоса;

г) продолжительность впрыска сокращается на 1—1,5° поворота вала насоса.

2. Для получения результатов испытания топливоподающей аппаратуры на безмоторном стенде, переносимых на работу ее в реальных условиях на двигателе, испытания должны проводиться при температуре топлива, соответствующей этим условиям.

3. Безмоторные стенды, предназначенные для исследования топливной аппаратуры, должны иметь устройство для подогрева топлива и регулирования его температуры.

4. При испытании топливной аппаратуры в условиях повышенной температуры топлива рекомендуется применять весовой способ замера расхода топлива.

Литература

[1] *Вырубов Д. Н.* Физические характеристики дизельных топлив, определяющие процессы топливоподачи. — «Дизелестроение», 1935, № 8. [2] *Фомин Ю. Я.* Зависимость скорости распространения волн, коэффициента сжимаемости и плотности дизельного топлива от давления и температуры. — «Тракторы и сельхозмашины», 1964, № 9. [3] *Колупаев В. Я.* Анализ влияния температуры на физические характеристики автотракторного дизельного топлива. — Труды ЦНИТА. Л., 1963, вып. 19. [4] *Власов П. А.* Исследование температуры топлива в топливной системе тракторного дизеля при эксплуатационных условиях и влияние ее на характеристику топливоподачи. — Труды Пензенск. с.-х. ин-та. Пенза, 1966, вып. 10, № 10.