

Л. Я. Волчок, Г. Я. Якубенко

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ НА РЕЖИМЕ ПУСКА

Характерная особенность пуска дизеля — низкие (в 10—15 раз меньше, чем на номинальном режиме) скорости вращения коленчатого вала двигателя, а следовательно, и кулачкового вала топливного насоса. Скорость перемещения плунжера на активном участке при этом не превышает 15—18 см/сек. Причем скорость вращения крайне неравномерна и минимальное значение ее приходится на конец такта сжатия, т. е. на момент впрыска топлива. При столь малой скорости прокрутки ухудшается качество распыливания топлива, что затрудняет возникновение первых вспышек в цилиндре двигателя.

Одним из мероприятий по облегчению холодного пуска автотракторных дизелей является увеличение почти вдвое подачи топлива в цилиндр двигателя по сравнению с подачей на номинальном режиме [1], для чего в топливном насосе предусматривается специальное устройство — пусковой обогатитель. Однако причины улучшения пуска при увеличенной цикловой подаче пока неясны.

В настоящей статье излагаются некоторые результаты исследования процессов топливоподачи на пусковых оборотах. Испытывалась топливная аппаратура тракторного дизеля Д-50: топливный насос УТН-5 и закрытая форсунка ФШ6 — $2 \times 25^\circ$. Все опыты выполнялись на дизельном топливе с удельным весом $\gamma = 0,828 \text{ г/см}^3$ и кинематической вязкостью $V = 4,12 \text{ сст}$ при нормальных атмосферных условиях.

Была снята серия скоростных (в диапазоне 20—140 об/мин) и нагрузочных характеристик топливного насоса при изменении геометрического активного хода плунжера $h_{\text{акт}}$ в пределах 3,4—1,27 мм и затяга p пружины форсунки в пределах 125—175 кг/см² (рис. 1).

Величина цикловой подачи при этом измерялась весовым способом как средняя из 200 впрысков. Количество впрысков, определяемое по числу полных оборотов вала насоса, регистрировалось импульсным счетчиком.

Опыты проводились на специальном безмоторном стенде, позволяющем приводить насос во вращение с малыми скоростями (описание стенда см. в предыдущей статье).

На рис. 2 приведены образцы осциллограмм процесса впрыска, из которых видно, что он имеет прерывистый характер: игла много-

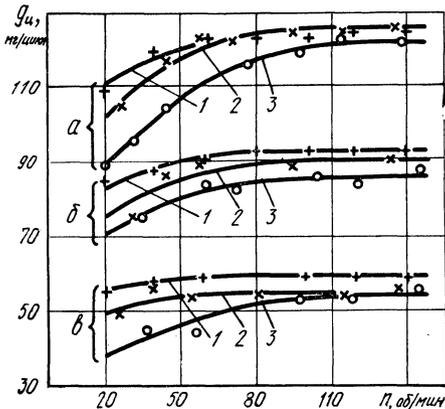


Рис. 1. Изменение цикловой подачи по скорости вращения вала насоса:

$a - h_{акт} = 3,4 \text{ мм}; б - h_{акт} = 2,58 \text{ мм}; в - h_{акт} = 1,97 \text{ мм}; 1 - p = 125 \text{ кг/см}^2; 2 - p = 150 \text{ кг/см}^2; 3 - p = 175 \text{ кг/см}^2$

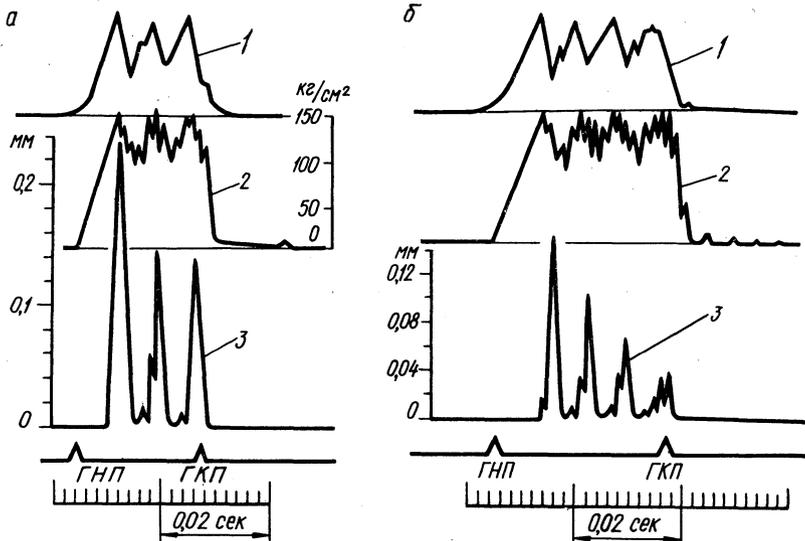


Рис. 2. Образец осциллограммы процесса впрыска ($p = 150 \text{ кг/см}^2$):

$a - n = 100 \text{ об/мин}$ вала насоса; $б - n = 75 \text{ об/мин}$; 1 — давление в нагнетательном трубопроводе у штуцера насоса; 2 — давление в нагнетательном трубопроводе у форсунки; 3 — перемещение иглы

кратно поднимается и садится на седло. При этом высота первого подъема иглы составляет $h_{и1} = (0,3-0,5)h_{и\text{max}}$. С повышением числа оборотов величина $h_{и1}$ возрастает, тем не менее в исследованном скоростном диапазоне игла не доходит до упора в корпус. Последующие подъемы постепенно убывают.

Такие же колебания наблюдаются и в величине давления, максимальное значение которого лишь немного превышает давление затяга иглы. Эти колебания давления и перемещения иглы происходят с периодом около 0,007 сек независимо от скорости вращения вала насоса и затяга пружины форсунки. Поэтому при одном и том же активном ходе плунжера число колебаний растет по ме-

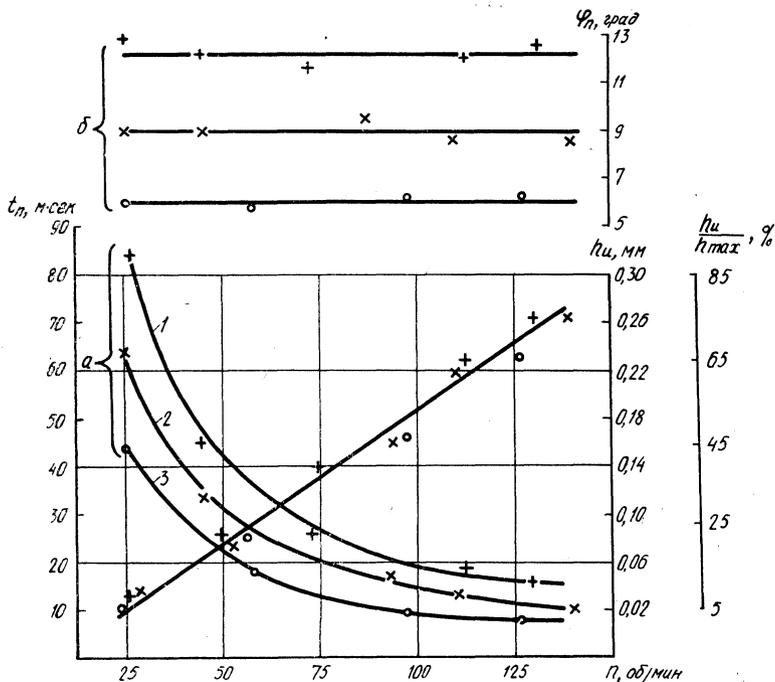


Рис. 3. Влияние скорости вращения вала насоса на продолжительность впрыска и на величину первого максимума подъема иглы ($\rho = 125 \text{ кг/см}^2$):

a — продолжительность впрыска, msec; b — продолжительность впрыска в градусах угла поворота вала насоса; 1 — $h_{\text{акт}} = 3,4 \text{ мм}$; 2 — $h_{\text{акт}} = 2,58 \text{ мм}$; 3 — $h_{\text{акт}} = 1,97 \text{ мм}$; 4 — перемещение иглы

ре уменьшения числа оборотов вала насоса. Так, при 100 об/мин происходят три колебания (рис. 2, а), а при 75 об/мин — уже четыре (рис. 2, б).

Максимальная величина первого подъема иглы быстро убывает с понижением числа оборотов: при 100 об/мин — 0,23 мм, при 75 об/мин — 0,15 мм, а при 60 об/мин — уже только 0,072 мм (рис. 3).

Столь малые перемещения иглы вызывают дросселирование топлива в седле иглы, что приводит к снижению скорости истечения топлива из распылителя, а следовательно, к плохому распыливанию топлива.

Опыты, проведенные в НАМИ [2] и МАДИ [3], показали, что особенно грубое распыливание топлива наблюдается в начальной и конечной стадиях впрыска, т. е. в моменты подъема и посадки иглы. Между тем из приведенных осциллограмм видно, что при пуске весь процесс впрыска складывается из ряда последовательных подъемов и посадок иглы. В результате доля мелко распыленного топлива очень мала, что и делает необходимым увеличение цикловой подачи при пуске для того, чтобы обеспечить нужное количество мелко распыленного топлива.

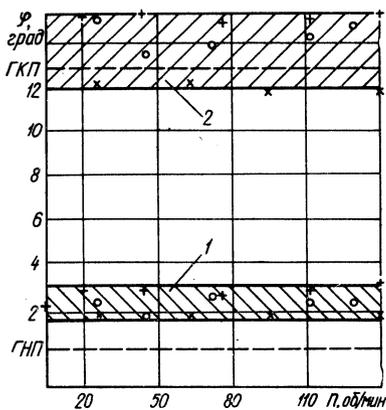


Рис. 4. Влияние скорости вращения вала насоса на фазы впрыска ($h_{\text{акт}} = 3,4 \text{ мм}$):

1 — действительное начало впрыска; 2 — действительный конец впрыска; \circ — $p = 125 \text{ кг/см}^2$; $+$ — $p = 150 \text{ кг/см}^2$; \times — $p = 175 \text{ кг/см}^2$

При постоянном значении геометрического активного хода плунжера продолжительность впрыска, выраженная в секундах, сокращается с возрастанием n , что видно из рис. 3. В то же время продолжительность впрыска в градусах угла поворота кулачкового вала остается постоянной.

Влияние скорости вращения n на периоды запаздывания начала и конца впрыска (относительно геометрического начала ГНП и конца ГКП соответственно) приведено на рис. 4. Снижение скорости вращения приводит к увеличению периода запаздывания начала и конца впрыска (по времени). В то же время периоды запаздывания начала и конца впрыска, выраженные в градусах угла поворота кулачкового вала, не зависят от скоростного режима.

От скорости вращения зависит стабильность подъема иглы от цикла к циклу, что видно на графике (рис. 5). Стабильность подъема иглы Δh_i оценивалась критерием

$$\Delta h_i = \frac{h_{i \text{ max}} - h_{i \text{ min}}}{h_{i \text{ ср}}} 100\%$$

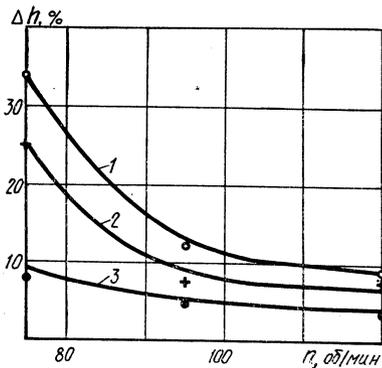


Рис. 5. Влияние скорости вращения вала насоса на стабильность величины подъема иглы от цикла к циклу ($p = 125 \text{ кг/см}^2$):

1 — $h_{\text{акт}} = 3,4 \text{ мм}$; 2 — $h_{\text{акт}} = 2,58 \text{ мм}$; 3 — $h_{\text{акт}} = 1,97 \text{ мм}$

где $h_{и\max}$, $h_{и\min}$, $h_{и\text{ср}}$ — максимальный, минимальный и средний подъемы иглы соответственно. Величины $h_{и\max}$ и $h_{и\min}$ определялись из 10 последовательных впрысков.

Влияние величины активного хода плунжера сказывается только на продолжительности впрыска.

Выводы

1. Характеристики впрыска не остаются постоянными с изменением скорости вращения, цикловой подачи и степени затяга пружины форсуночной иглы.

2. Наибольшее влияние на изменение закона подачи оказывает скорость вращения кулачкового вала топливного насоса.

3. Изменение степени затяга пружины форсуночной иглы, цикловой подачи и скорости вращения (до $n=120$ об/мин) не устраняет колебательный характер процесса впрыска.

Литература

- [1] Назаров В. А., Сметнев Н. И. Пусковые процессы семейства перспективных дизелей. М., 1962. [2] Кухарев М. Н. Исследование распыливания топлива. — В сб.: Исследование распыливания и горения дизельного топлива. М., 1959, вып. 87. Трусов В. И., Рябикин Л. М. Исследование влияния характеристики впрыска на тонкость распыливания топлива форсунками закрытого типа. — В сб.: Автотракторные двигатели. М., 1968.