

ется выход уровней виброускорений за нормы для вновь проектируемых машин в ограниченных диапазонах скоростей: во второй полосе — до 9 м/с, в третьей — при скоростях от 7,5 до 10,5 м/с.

Ни у одного из исследованных вариантов объектов не было отмечено превышения допустимых санитарных норм для серийных машин при приведении в соответствии с ГОСТ 12.2.002–81 дорожных условий и скоростей движения к регламентированным. Значения среднеквадратических ускорений водителя для варианта с $h = 1185$ мм наиболее близки к уровням допустимых санитарными нормами виброускорений.

Учитывая полученные результаты, можно сделать вывод о целесообразности уменьшения высоты расположения оси поперечного шарнира поворотной тележки прицепа относительно опорной поверхности до значений в диапазоне 550...900 мм (прицеп в загруженном состоянии). Целесообразно также произвести расчетную оценку влияния расположения оси поперечного шарнира и схемы поддрессоривания поворотной тележки полунавесного прицепа ОЗТП-8573 на виброускорения водителя.

С учетом особенностей конструктивной схемы полунавесного прицепа с догружающим сцепное устройство трактора дышлом был изменен характер виброускорений, что непривычно воспринималось водителями.

Целесообразными направлениями работ по снижению уровней виброускорений водителя являются оптимизация колебательных систем двух- и трехзвенных тракторных поездов с первым полунавесным прицепом и поиск новых решений структурно-компоновочного синтеза тракторного поезда на базе трактора К-701.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриченко С.С., Завьялов Ю.А. Об определении статистических характеристик микропрофиль грунтовых дорог и колеи // Тракторы и сельхозмашины. — 1983. — № 5. — С. 10–13.

УДК 623.421

Ю.М. СТЕСИН (ММЗ), Г.М. КУХАРЕНОК,
канд. техн. наук (БПИ)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ НА ПУСКОВЫЕ ПРОЦЕССЫ БЫСТРОХОДНОГО ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

Исследования, проведенные ранее в основном на дизелях с открытой камерой сгорания, показали большое влияние параметров топливной аппаратуры на пусковые процессы дизелей [1].

В настоящей статье приведены результаты исследований влияния на пуск дизеля с камерой сгорания типа ШНИДИ таких параметров топливной аппаратуры, как угол опережения впрыска и цикловая подача топлива, частота вращения коленчатого вала при отключенном обогатителе топливного насоса, число сопловых отверстий распылителя форсунки.

В качестве объекта исследований использовался тракторный дизель 4Ч 11/12,5 (Д-240) мощностью 59 кВт при частоте вращения вала 2200 мин⁻¹.

Дизель был укомплектован топливным насосом УТН-5 и форсунками ФД-22. Установочный угол опережения впрыска топлива равен 26° поворота коленчатого вала (п.к.в.) до верхней мертвой точки (в.м.т.). Для облегчения пуска при низких температурах в дизеле используется электрофакельный подогреватель впускного воздуха типа ЭФП-8101500.

Эксперименты проводились при температурах окружающего воздуха от 20°C до минус 20°C . Экспериментальная установка была укомплектована измерительной аппаратурой, которая обеспечивала регистрацию во всех четырех цилиндрах давления газов, подъемов иглы форсунок, верхних мертвых точек, а также запись частоты вращения и угла поворота коленчатого вала.

В системе охлаждения дизеля использовался антифриз, в смазочной системе — моторное масло М-4 $\frac{1}{8}$ Г $_2$ (ТУ 38401354—81) при температуре -20°C , М-8Г $_2$ (ГОСТ 8581—78) при температурах от 0 до 10°C , М-10Г $_2$ (ГОСТ 8581—78) при температуре 20°C , в системе питания — дизельное топливо "З" (ГОСТ 305—82) при температурах от 0 до -20°C и дизельное топливо "Л" при температуре 20°C .

При проведении исследований установочный угол опережения впрыска топлива изменялся от 34° до 6° поворота коленчатого вала до в.м.т., цикловая пусковая подача топлива — от 70 мм^3 (значение, соответствующее номинальному режиму) до 210 мм^3 , частота отключения пускового обогатителя — от 400 до 600 мин^{-1} , число сопловых отверстий распылителя форсунки — от четырех до восьми.

Методика исследований соответствовала ГОСТ 18509—80 [2]. Влияние различных факторов на показатели рабочего цикла оценивалось по осциллограммам пуска дизеля.

На рис. 1 представлена осциллограмма первых циклов пуска дизеля. Из нее видно, что сначала процесс сгорания начался в третьем цилиндре. За период времени от первого до третьего рабочего цикла частота вращения коленчатого вала возросла от 180 до 690 мин^{-1} . При этом период задержки самовоспламенения сократился, а максимальное давление p_z , жесткость сгорания $dp/d\varphi$ и степень повышения давления λ увеличились.

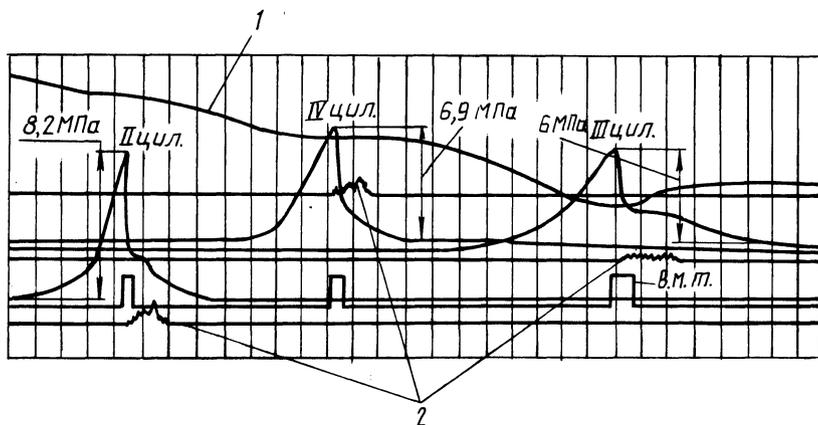


Рис. 1. Осциллограмма первых пусков циклов пуска дизеля:

1 — частота вращения коленчатого вала; 2 — подъем иглы форсунки; $t = 20^\circ\text{C}$; $\theta = 26^\circ$

Отмеченный характер изменения показателей рабочего цикла обусловлен улучшением качества распыливания топлива с увеличением частоты вращения коленчатого вала и уменьшением потерь теплоты от газов в стенки цилиндра.

За время пуска дизеля давление при сгорании топлива максимально (p_{max}) перед его выходом на режим самостоятельной работы.

Анализ результатов индицирования, полученных при различных температурах окружающей среды, показывает, что при положительных температурах сгорание топлива в цилиндрах начинается во втором и третьем рабочих циклах и продолжается равномерно во всех цилиндрах в течение периода разгона. С понижением температуры первые вспышки начинаются при более поздних рабочих циклах, неравномерность чередования их увеличивается по отдельным цилиндрам и циклам.

Значительное влияние на показатели рабочего цикла при пуске дизеля оказывает угол опережения впрыска топлива θ (рис. 2). С его уменьшением период τ_i на первом процессе сгорания сокращается, что связано с увеличением температуры и давления воздуха в момент впрыска топлива. При изменении θ от 34° до 18° жесткость первого процесса сгорания снизилась на $0,7$ МПа/град, степень повышения давления λ уменьшилась в 2 раза, а максимальное давление за период пуска — на $4,4$ МПа.

Угол опережения впрыска топлива θ_{opt} , обеспечивающий лучшие пусковые качества дизеля, уменьшается с понижением температуры окружающего воздуха, а также пусковой частоты вращения коленчатого вала. При холодном пуске θ_{opt} меньше установочного угла, выбранного для номинального режима работы.

При температуре 0°C на режиме пусковой частоты вращения 200 мин^{-1} θ_{opt} составляет 24° до в.м.т., на режиме 150 мин^{-1} — 22° , на режиме 125 мин^{-1} — 20° (рис. 3, а). При температуре -10°C при пусковой частоте вращения 200 мин^{-1} θ_{opt} составляет 18° .

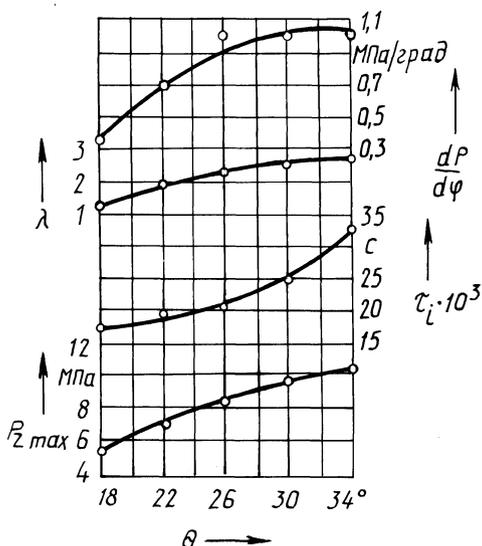


Рис. 2. Зависимость показателей рабочего цикла от угла опережения впрыска топлива:

$$t = 20^\circ\text{C}; g_{ц} = 140 \text{ мм}^3; n = 200 \text{ мин}^{-1}$$

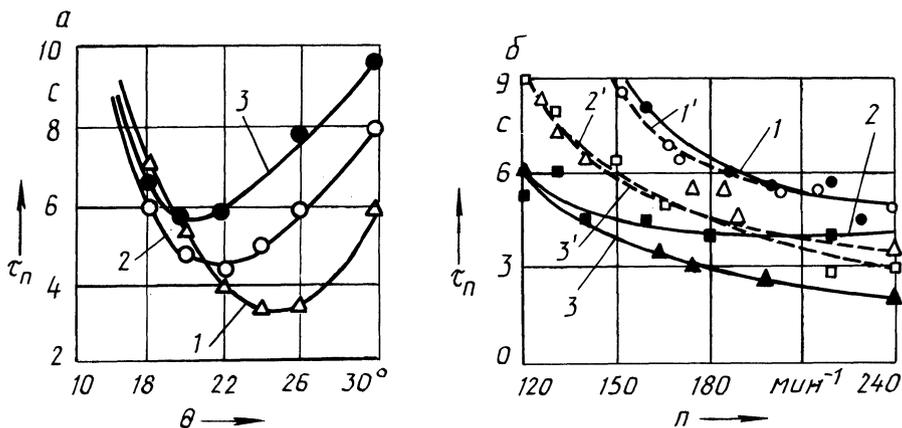


Рис. 3. Зависимость времени пуска от угла опережения впрыска топлива и пусковой частоты вращения при температуре 0°C :

$a - 1 - n = 200 \text{ мин}^{-1}$; $2 - n = 150 \text{ мин}^{-1}$; $3 - n = 125 \text{ мин}^{-1}$; $b - 1 - g_{\text{ц}} = 70 \text{ мм}^3$, $\theta = 22^{\circ}$; $1' - \theta = 26^{\circ}$; $2 - g_{\text{ц}} = 140 \text{ мм}^3$, $\theta = 22^{\circ}$; $2' - \theta = 26^{\circ}$; $3 - g_{\text{ц}} = 210 \text{ мм}^3$, $\theta = 22^{\circ}$; $3' - \theta = 26^{\circ}$

Применение для облегчения пуска электрофакельного подогревателя (ЭФП) приводит к увеличению приведенных значений $\theta_{\text{опт}}$ на $4...6^{\circ}$, а при температуре -20°C и применении ЭФП $\theta_{\text{опт}}$ составляет 22° . Влияние угла опережения впрыска топлива на пуск дизеля с ЭФП менее значительно, чем без средств облегчения пуска.

Принято считать, что затруднения с пуском дизеля возникают только при отрицательной температуре. Однако результаты исследований при 20°C опровергают это. Если изменение цикловой подачи от 70 до 210 мм^3 при пусковой частоте вращения от 125 до 275 мин^{-1} практически не влияет на время пуска, значение установочного угла опережения впрыска топлива для обеспечения пуска даже в этих условиях является определяющим.

При угле меньше 16° до в.м.т. пуск дизеля резко ухудшается – время пуска с 1 с (200 мин^{-1} и выше) до $2,5 \text{ с}$ (125 мин^{-1}) при угле 16° увеличивается до $14...19 \text{ с}$ при угле 11° , а при установочном угле опережения впрыска 6° до в.м.т. дизель вообще не запускается.

При низких температурах окружающего воздуха значительное влияние на пуск оказывает не только угол опережения впрыска, но и цикловая подача топлива.

При температуре 0°C увеличение цикловой подачи в $2...3$ раза по сравнению с ее значением на номинальном режиме способствует уменьшению времени пуска дизеля (рис. 3, б). При уменьшении установочного угла опережения впрыска топлива с 26 до 22° до в.м.т. это влияние проявляется более резко. Если при установке угла опережения впрыска 26° до в.м.т. кривые пусковых характеристик при цикловых подачах 140 и 210 мм^3 накладываются, при уменьшении угла до 22° лучшие пусковые качества отмечаются при значении цикловой подачи 210 мм^3 , а при цикловой подаче 140 мм^3 время пуска также сокращается в сравнении с пуском при установочном угле 26° до в.м.т.

При увеличении пусковой частоты вращения с 120 до 240 мин⁻¹ сокращается время пуска с 6 до 2 с.

Понижение температуры до -10 °С приводит к изменению характера влияния цикловой подачи топлива на пуск — при подаче 140 мм³ минимальная пусковая частота вращения на 40...50 мин⁻¹ меньше, чем при номинальной подаче 70 мм³, а время пуска сокращается вдвое на одном пусковом режиме.

Однако дальнейшее увеличение цикловой подачи топлива до 210 мм³ не приводит к улучшению пуска. Это можно объяснить противоположным влиянием на протекание рабочего процесса при пуске ряда факторов, связанных с увеличением цикловой подачи. С одной стороны, такое увеличение способствует повышению качества распыления топлива, что должно улучшить пуск дизеля, с другой, при значительном обогащении рабочей смеси снижается температура воздушного заряда за счет потерь теплоты при испарении топлива, последнее в условиях низкой температуры воздушного заряда в конце сжатия приводит к существенному замедлению реакций окисления топлива.

При понижении температуры окружающего воздуха до -10 °С начинает проявляться влияние на пусковые процессы частоты вращения двигателя, при которой отключается пусковой обогатитель — с увеличением ее от 400 до 500 мин⁻¹ минимальная пусковая частота вращения снижается на 40...70 мин⁻¹, а время пуска на одном пусковом режиме уменьшается в 2 раза. Дальнейшее увеличение указанной частоты до 600 мин⁻¹ не изменяет характер пусковых характеристик.

В ряде исследований, проводившихся на дизелях с открытой камерой сгорания, отмечено улучшение пусковых качеств двигателя при увеличении числа отверстий распылителя форсунки [3]. Однако при пуске дизеля с камерой сгорания типа ЦНИДИ этого эффекта не отмечается в диапазоне температур от 0 до -20 °С.

Так, увеличение числа сопловых отверстий распылителя форсунки от четырех до восьми практически не влияет на пусковые качества дизеля как без использования средств облегчения пуска, так и при использовании ЭФП. Полученные данные объясняются, по-видимому, особенностями смесеобразования на режиме пуска в камере сгорания типа ЦНИДИ.

Результаты данных исследований показывают, что для улучшения пусковых качеств и эксплуатационной экономичности дизелей с камерой сгорания ЦНИДИ целесообразно на режиме пуска осуществлять регулирования угла опережения впрыска топлива, цикловой подачи топлива и частоты отключения пускового обогатителя в зависимости от температуры окружающей среды и частоты вращения двигателя при пуске.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тракторные дизели: Справочник / Под ред. Б.А. Взорова. — М.: Машиностроение, 1981. — 535 с. 2. ГОСТ 18509-80. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. — М.: Изд-во стандартов, 1980. 3. Купершидт В.Л. Влияние угла опережения впрыска топлива и некоторых параметров топливной аппаратуры на пусковые качества дизеля Д-37М // Тракторы и сельхозмашины. — 1966. — № 11. — С. 11-13.