

## ОПТИМИЗАЦИЯ УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКА ТОПЛИВА У АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ В НЕОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

**Р.К. Сафаров**, кандидат технических наук, доцент  
тел. +7-962-636-75-47, 270571@list.ru

**П.Н. Аюгин**, кандидат технических наук, доцент  
тел. +7-962-636-75-47, 270571@list.ru

**Д.Е. Молочников**, кандидат технических наук, доцент  
тел. +7-962-636-75-47, 270571@list.ru  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

**Ключевые слова:** Дизель, угол опережения, впрыск топлива, оптимизация, сгорание, оптимальный, температура окружающей среды.

В статье описана зависимость периода задержки воспламенения от угла начала впрыска топлива при различных температурах окружающей среды. Экспериментально установлено значение оптимального угла опережения в зависимости от температуры окружающей среды на примере дизеля Д-243.

**Введение.** Негативное влияние условий эксплуатации, отличных от оптимальных, на эффективность работы дизеля можно снизить следующими способами:

Управлением процесса сгорания путём оптимального регулирования угла опережения впрыска топлива.

Поддержанием оптимальной температуры воздуха, поступающего в цилиндры дизеля.

Управлением процесса сгорания за счёт регулирования температуры топлива, поступающего в цилиндры дизеля.

Управлением процесса сгорания за счёт оптимального теплового состояния дизеля.

Управление процессом сгорания путём оптимизации угла опережения впрыска топлива является наиболее радикальным способом, в связи с этим имеет смысл подробно рассмотреть его влияние на показатели работы дизеля.

**Объект и предмет исследований.** При снижении температуры окружающей среды происходит деформация процесса сгорания из-за увеличения периода задержки воспламенения (рисунок 1, точки 1, 2» и 3»). Топливо в этом случае впрыскивается в среду с пониженной температурой, увеличивается время подогрева топлива и соответственно увеличивается период задержки воспламенения, при снижении температуры воздуха в конце впуска  $T_a$  на 20К происходит снижение температуры заряда в момент впрыска  $T_0$  на 60...70К. При этом воспламенение горючей смеси происходит позже, процесс сгорания переносится на линию расширения, в результате снижается мощность и повышается расход топлива.

При повышении температуры окружающей среды период задержки воспламенения уменьшается, топливо воспламеняется раньше, процесс сгорания переносится на линию сжатия, что приводит к повышению жёсткости работы двигателя и теплонапряжённости деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ). Также снижается мощность двигателя и повышается расход топлива [1].

Следовательно, у двигателей с фиксированным углом опережения впрыска топлива при любом отклонении температуры окружающей среды от оптимального снижается эффективность работы.

**Результаты исследований.** Для определения зависимости оптимальных углов опережения впрыска топлива от температуры окружающей среды нами проведены расчёты по методике, предложенной А.И. Толстовым.

Аналитически определены значения периода задержки воспламенения горючей смеси при различных температурах окружающей среды. Результаты расчётов для двигателей Д-243 приведены на рисунке 1. Они показывают, что при постоянной температуре окружающей среды с увеличением угла опережения впрыска топлива задержка воспламенения возрастает. С понижением температуры окружающей среды при постоянном угле опережения впрыска топлива период задержки воспламенения также возрастает.

При температуре окружающей среды  $T_0=293\text{K}$  и угле опережения впрыска топлива, равным  $26^\circ$  поворота коленчатого вала (п.к.в.) достигается оптимальное значение периода задержки воспламенения для данного двигателя ( $\Theta_1=12^\circ$ ), а начало вос-

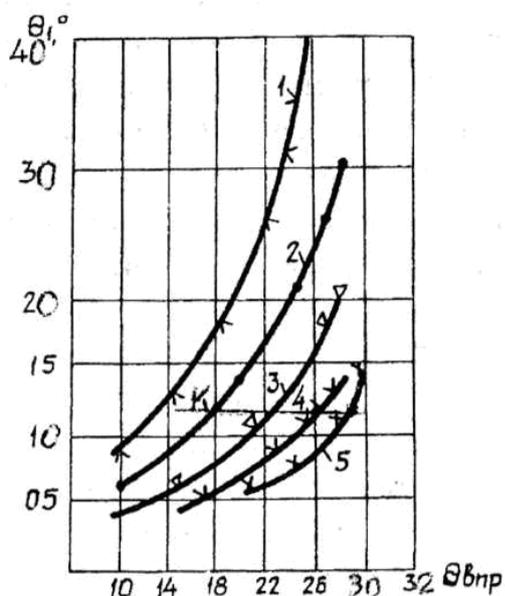


Рисунок 1- Зависимость периода задержки воспламенения от угла начала впрыска топлива при различных температурах окружающей среды.

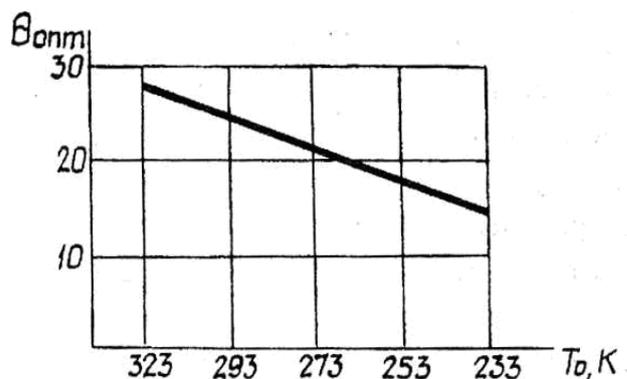


Рисунок 2 - Зависимость оптимального угла опережения впрыска топлива от температуры окружающей среды

пламенения происходит за  $14^\circ$  до прихода поршня в верхнюю мертвую точку (в.м.т.).

При снижении температуры окружающей среды до 253K (рисунок 1, кривая 2) при том угле опережения впрыска топлива  $\Theta_{впр}=26^\circ$  период задержки воспламенения составит уже  $\Theta_1=24^\circ$  и начало воспламенения происходит только за  $2^\circ$  до в.м.т. В цилиндре за это время скапливается большая порция топлива (на участке 1-2 индикаторной диаграммы), которая хорошо прогревается и практически мгновенно воспламеняется. При этом резко повышается давление газов в цилиндре и жёсткость работы двигателя.

Для определения необходимого угла опережения впрыска топлива при этой температуре окружающей среды проводим горизонталь оптимального периода задержки воспламенения  $\Theta_1=12^\circ$  до пересечения кривой при  $T_0=253K$  (точка K) и находим абсциссу этой точки. Этой точке соответствует угол опережения впрыска топлива  $\Theta_{впр}=18^\circ$ . В данном случае топливо воспламеняется за  $6^\circ$  до в.м.т. и процесс сгорания приблизится к оптимальному.

Значит, при уменьшении угла опережения впрыска топлива угол начала воспламенения топлива возрастает за счёт снижения периода задержки воспламенения. При этом максимальное давление и жёсткость процесса, хотя и будет выше чем при  $\Theta_{впр}=26^\circ$  и  $T_0=293K$ , приведёт к некоторому снижению износа деталей ЦПГ.

При повышении температуры окружающей среды от 293 до 313K при угле опережения впрыска топлива  $\Theta_{впр}=26^\circ$  период задержки воспламенения снизится до  $8^\circ$  (рисунок 1, кривая 5), т.е. воспламенение топлива произойдет раньше (оптимальный угол воспламенения  $\Theta_2=14^\circ$ ), что также нежелательно.

Для достижения оптимального угла начала воспламенения необходимо увеличить угол опережения впрыска  $\Theta_{впр}$  до  $28,5^\circ$ . При этом периоде задержки воспламенения произойдёт за  $15^\circ$  до в.м.т. Увеличение угла опережения впрыска топлива приводит к увеличению периода задержки воспламенения, что объясняется снижением температуры заряда и момент впрыска и угол начала воспламенения приближается к оптимальному.

Вышеизложенное наглядно демонстрирует целесообразность изменения угла опережения впрыска топлива с понижением температуры окружающей среды в сторону уменьшения.

На основании анализа кривых, приведённых на рисунок 1, определены величины оптимальных углов опережения впрыска топлива и их зависимость от температуры окружающей среды. Эта зависимость оказалась линейной и на каждые  $10^\circ$  снижения температуры  $T_0$  угол опережения впрыска топлива необходимо уменьшить на  $2^\circ$  (рисунок 2).

Данный способ управления процессом сгорания особенно целесообразен для дизелей, работающих при пониженной нагрузке и температуре окружающей среды. У дизелей при уменьшении нагрузки снижается подача топлива. С уменьшением топлива за цикл количество теплоты, выделенной при его сгорании, снижается. В результате понижается температура цикла и стенок камеры сгорания, ухудшаются условия подготовки топлива к воспламенению.

Кроме того, следует учесть, что с уменьшением цикловой подачи впрыскивается топливо за меньший период по углу поворота коленчатого вала. Поэтому даже при положительных температурах окружающей среды при снижении нагрузки целесообразно уменьшать угол опережения впрыска топли-

ва с тем, чтобы топливо поступало в цилиндр тогда, когда температура заряда в нём достигает оптимального значения. Учитывая, что в сельском хозяйстве дизели работают 70...80% времени при пониженных нагрузках [2], представляется целесообразным также корректировка угла опережения впрыска топлива в сторону уменьшения с понижением нагрузки.

**Заключение.** Таким образом, определена зависимость оптимального угла опережения впрыска топлива в дизелях от температуры окружающей среды. Дополнительно следует отметить, что данный способ позволяет управлять процессом сгорания в дизелях, у которых номинальный угол опережения впрыска топлива более 15°.

**Библиографический список:**

1. Крайнов А.А. Романов А.Ю., Аюгин Н.П., Халимов Р.Ш. Центрифуга для очистки дизельного топлива. В сборнике: Современные подходы в решении инженерных задач АПК Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. 2013. С. 194-196.
2. Салахутдинов И.Р., Хохлов А.Л., Глущенко А.А., Сафаров К.У. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с измененными физико-механическими характеристиками поверхности трения. В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения материалы II-ой Международной научно-практической конференции. редколлегия: А.В. Дозоров главный редактор, В.А. Исайчев, В.И. Курдюмов, В.Г. Артемьев, М.А. Карпенко и др.. 2010. С. 107-116.

## OPTIMIZATION OF THE CORNER OF THE ADVANCING OF INJECTION OF FUEL AT AUTOTRACTOR DIESELS IN NON-OPTIMAL CONDITIONS

Safarov R.K., Ayugin P.N., Molothnikov D.E.

**Keywords:** Diesel, advancing corner, fuel injection, optimization, combustion, optimum, ambient temperature.

*In article dependence of the period of a delay of ignition on a corner of the beginning of injection of fuel at various ambient temperatures is described. Value of an optimum angle of an advancing depending on ambient temperature on the example of the diesel D-243 is experimentally established.*

УДК 421.43

## СМЕСИТЕЛЬ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА

**Е.А. Сидоров**, кандидат технических наук, доцент,  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»  
тел. 8(8422) 55-95-41, sidorovevgeniy@yandex.ru

**Ключевые слова:** биотопливо, смеситель, дизельное смесевое топливо, двухтопливная система питания дизеля.

*Работа посвящена конструктивной адаптации топливной системы дизельного двигателя для работы на дизельном смесевом топливе. Предлагаемый смеситель-фильтр позволяет очищать компоненты дизельного смесевого топлива и повысить качество их смешивания.*