

6. Крутов В.И. Двигатель внутреннего сгорания как регулируемый объект. - М.: Машиностроение, 1978. - 472 с.

СПОСОБ ХОЛОДНОГО ПУСКА ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Борисов А.О.

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Проблема улучшения пусковых качеств двигателей с воспламенением от сжатия продолжает оставаться актуальной, поскольку решается она сегодня использованием дополнительных агрегатов и посторонних источников энергии. Кроме того, возможное применение спирта в качестве альтернативного топлива, при всех его достоинствах, дополнительно обостряет эту проблему.

С другой стороны, современный уровень развития двигателестроения характеризуется расширением перечня регулирующих воздействий, что дает потенциальную техническую возможность использования ранее нереализуемых физических эффектов.

Рассмотрим возможность использования энергии внешней среды для повышения температуры воздуха (свежего заряда) в процессе впуска. Известен эффект повышения температуры газа при его нестационарном втекании из окружающей среды в емкость [1]. Если емкость перед процессом впуска вакуумирована, теплоизолирована от окружающей среды и стенки ее неподвижны, то достигается максимально возможное повышение температуры газа в конце впуска T_a по отношению к температуре окружающей среды T_o :

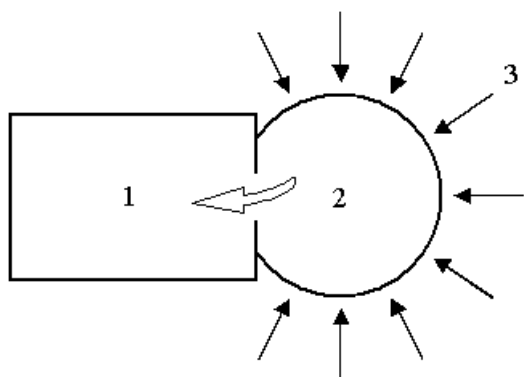


Рис. 1. Схема наполнения емкости из окружающей среды: 1- емкость, 2- объем газа, втекающий в емкость из окружающей среды, 3-давление окружающей среды.

$$T_a = \frac{c_p}{c_v} T_o = k \cdot T_o,$$

где: c_p и c_v – теплоемкости газа при постоянном давлении и при постоянном объеме, соответственно, k – показатель адиабаты.

Например, при температуре окружающей среды 253 К (-20 °С) температура поступившего в емкость воздуха возрастет примерно на 100 К и будет равна приблизительно 354 К (81 °С). В связи с существенным подогревом воздуха, представляет практический интерес исследование возможности воспроизведения данного эффекта в процессе впуска в поршневом двигателе внутреннего сгорания для улучшения его пусковых качеств.

Для полного проявления этого эффекта необходимо выполнение следующих условий:

- отсутствие впускного канала (нулевая длина трубопровода);
- создание вакуума перед открытием впускного окна или клапана;

Однако, в условиях реального двигателя, невозможно воспроизвести идеальную картину явления (невозможность достижения полного вакуума в камере, ее негерметичность, теплообмен, наличие впускного канала и т.д.) [2]. Поэтому пред-

ставляет практический интерес установление соотношения конструктивных и режимных параметров двигателя, при котором достигается максимальная степень повышения температуры в конце впуска.

В двигателе внутреннего сгорания впускная система характеризуется тремя основными параметрами: длиной и диаметром канала и средней площадью сечения впускного клапана, которая пропорциональна ходу и диаметру клапана. Обобщённое уравнение, характеризующее рассматриваемый процесс, можно представить следующим образом:

$$\frac{T_a}{T_o} = F(\varphi_{\text{овп}}, \varphi_{\text{звп}}, F_{\text{кр}}, d_{\text{вп}}, l_{\text{вп}}, d_{\text{ц}}, h_{\text{п}}, f_{\text{ц}}, \varepsilon);$$

где: T_o – температура окружающей среды; T_a – температура в конце процесса впуска; $\varphi_{\text{овп}}$; $\varphi_{\text{звп}}$ – углы открытия и закрытия впускного клапана; $F_{\text{кр}}$ – среднее сечение клапана; $d_{\text{вп}}$ и $l_{\text{вп}}$ – диаметр и длина впускной трубы; $d_{\text{ц}}$ – диаметр цилиндра; $h_{\text{п}}$ – ход поршня; $f_{\text{ц}}$ – частота циклов двигателя; ε – степень сжатия.

Для рассматриваемой задачи логично большинство конструктивных и режимных параметров скомбинировать в виде известных критериев подобия:

Струхалея - характеризующего отношение собственных колебаний столба воздуха во впускном канале, к частоте вынужденных:

$$Sh_{\text{вп}} = \frac{l_{\text{вп}} \cdot f_{\text{ц}}}{a_o};$$

числа Маха в клапане, характеризующего отношение средней скорости течения газа через впускной клапан к скорости звука окружающей среды:

$$M_{\text{к}} = \frac{1}{\psi} \cdot \frac{V_h \cdot f_{\text{ц}}}{F_{\text{кр}} \cdot a_o};$$

где $\psi = f(\varphi_{\text{овп}}; \varphi_{\text{звп}})$ – относительная длительность фазы впуска; $V_h = f(d_{\text{ц}}; h_{\text{п}})$ – рабочий объем цилиндра;

числа Маха в трубе, характеризующего отношение средней скорости течения газа во впускном патрубке к скорости звука окружающей среды:

$$M_{\text{т}} = \frac{1}{\psi} \cdot \frac{V_h \cdot f_{\text{ц}}}{F_{\text{вп}} \cdot a_o};$$

после чего обобщенное уравнение представляется в виде:

$$\frac{T_a}{T_o} = F(Sh_{\text{вп}}, M_{\text{к}}, M_{\text{т}}).$$

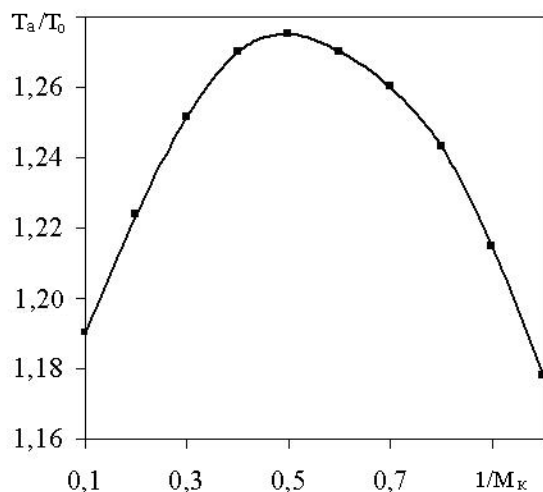


Рис. 2. Относительное повышение температуры при впуске в зависимости от величины $1/M_{\text{к}}$.

Решение задачи производилось методом численного эксперимента с помощью системы имитационного моделирования, модули которой позволяют моделировать нестационарный характер газообмена в двигателе.

Результаты численного моделирования в безразмерном виде представлены ниже. На рис. 2 приведена величина относительного повышения температуры воздуха в конце процесса впуска в зависимости от обратной величины

числа Маха в клапане, на рис.3 – то же в зависимости от обратной величины числа Маха в трубе и на рис. 4 – в зависимости от величины критерия Струхалия.

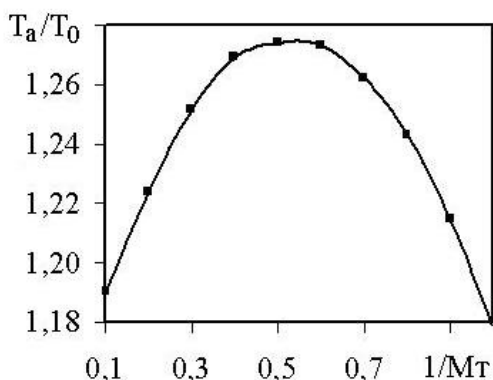


Рис. 3. Относительное повышение температуры при впуске в зависимости от величины $1/M_T$.

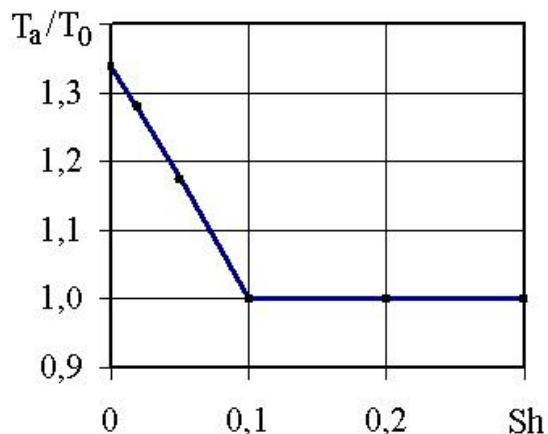


Рис. 4. Относительное повышение температуры при впуске в зависимости от величины Sh .

Эти графики позволяют установить взаимное влияние конструктивных параметров впускной системы и режима работы двигателя на относительное повышение температуры при впуске. Для максимального значения значение комплекса $1/M_k = 0,58$, а комплекса $1/M_T = 0,57$.

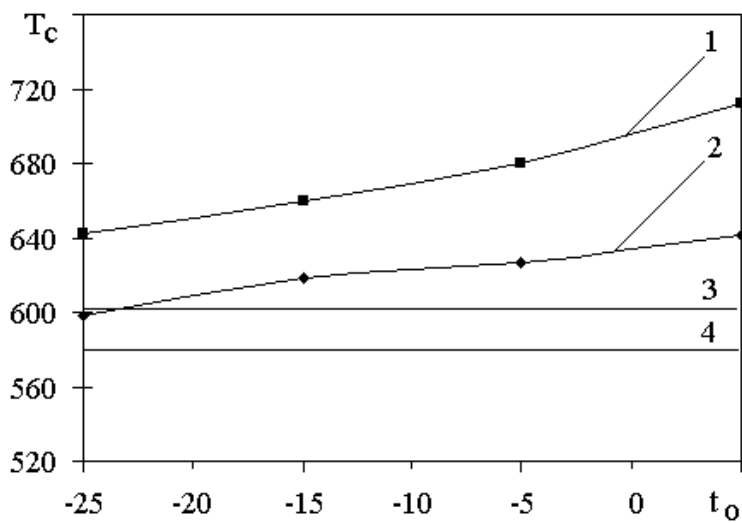


Рис. 5. Результаты проявления эффекта при пуске двигателя В-58: 1, 2-температуры конца сжатия при степенях сжатия 20 и 14, 3, 4-температуры конца сжатия, необходимые для запуска двигателя на спирте и дизельном топливе.

На рис. 5 представлены зависимости температур конца сжатия T_c для многотопливного дизеля типа В-58 (модификация дизеля В-2) при отрицательных температурах окружающей среды, характерных для запуска.

Расчеты были произведены с учетом всех конструктивных особенностей газоздушного тракта двигателя, с учетом теплообмена для характерных значений степеней сжатия $\epsilon=14$ и $\epsilon=20$. Данные результаты показывают, что за счет даже частичного (неидеального) воспроизведения рассмотренного эффекта, воз-

можно достижение требуемой для воспламенения спирта температуры воздуха в конце сжатия при температуре окружающей среды $\sim -20^\circ\text{C}$ при $\epsilon=14$. Для двигателя без снижения степени сжатия ($\epsilon=20$) существует еще более значительный резерв снижения температуры запуска (дальнейшие расчеты не проводились).

Результаты моделирования показывают, что для практической реализации способа (усиления эффекта) необходимо обеспечить:

1 максимально возможную степень сжатия и открытие впускного клапана при нахождении поршня в нижней мертвой точке, что дает возможность увеличить степень разрежения.

2 достаточно короткий индивидуальный впускной патрубок.

Эти мероприятия на современных двигателях уже решены (регуляторы фаз газораспределения), либо могут быть решены доработкой конструкции газозвдушного тракта (дополнительные заслонки вблизи впускных клапанов).

Таким образом, в статье обоснована возможность воспроизведения эффекта повышения температуры в процессе впуска в двигатель, как с теоретической точки зрения, так и со стороны ее практической реализации без внесения существенных изменений в конструкцию современного поршневого двигателя.

Литература:

1. Рудой Б.П. Прикладная нестационарная гидрогазодинамика: Учебное пособие / Уфа; Изд-во УАИ, 1988. -184 с.
2. Способ холодного пуска двигателя внутреннего сгорания поршневого типа. Патент РФ на изобретение № 2290530, опубл. 27.12.2006. Бюл. № 36.

5. ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА БИОДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВАХ РАЗНЫХ СОРТОВ

Семёнов В. Г. (Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»)

Васильев И. П.

(Востоchnоукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск).

Усиление парникового эффекта на Земном шаре остро ставит проблему рационального получения и использования топлив. Использование топлив растительного происхождения частично решает эту проблему, поскольку CO_2 , образовавшийся во время сгорания в цилиндре двигателя поглощается растениями на полях. К топливам растительного происхождения относят биодизельное топливо, растительные масла, спирты, получаемые из растительного сырья и биомассы, а также любые вещества растительного происхождения, которые могут сгорать в цилиндрах двигателей. В настоящее время наиболее широкое применение находит биодизельное топливо, которое может использоваться в существующих дизелях. В странах СНГ появилось большое количество производителей биодизельного топлива, но, из-за отсутствия стандарта на биодизельное топливо возникает проблема его качества. Низкокачественное топливо может приводить к нарушению работы двигателя и к сокращению времени нормальной эксплуатации.

В Европе в качестве топлив растительного происхождения для дизельных двигателей широко используется биодизельное топливо [1]. Из-за повышения стоимости нефтяного дизельного топлива интенсивно налаживается производство этого топлива и в Украине [2]. Возрастает интерес к этим топливам в России [3]. Переход на топлива растительного происхождения с более высокой вязкостью позволит продлить срок работы этих двигателей даже в условиях запредельного износа плунжерных пар топливного насоса высокого давления [4].