

УДК 621.434.056

ДВИГАТЕЛЬ ЛЕГКОГО ТОПЛИВА С ДВУХСТАДИЙНЫМ ПОСЛОЙНЫМ СГОРАНИЕМ

Карасев В.А., Куклин В.Н. (ФГОУ ВПО Костромская ГСХА)

Двигатели внутреннего сгорания в обозримом будущем останутся основным источником энергии для мобильных машин и транспорта. Генеральным направлением совершенствования бензиновых двигателей является повышение степени сжатия до 11...12 единиц и эффективное сжигание бедных смесей с $\alpha = 1,3 \dots 1,5$. Четырехклапанный двигатель с внешним послойным смесеобразованием и двухстадийным сгоранием отвечает поставленным условиям (рис. 1). Камера сгорания разделена на две полости равного объема выступом 5 в головке высотой до привалочной плоскости к блоку цилиндра. При положении поршня в ВМТ камера сгорания временно разделяется на две полости: свечную 1 и бессвечную 2. Величина зазора между выступом в головке и днищем поршня составляет 0,5...0,6 мм. При степени сжатия 11,7 единицы небольшая высота выступа и конструктивное его выполнение обеспечивает хороший теплоотвод и предотвращает калильное воспламенение.

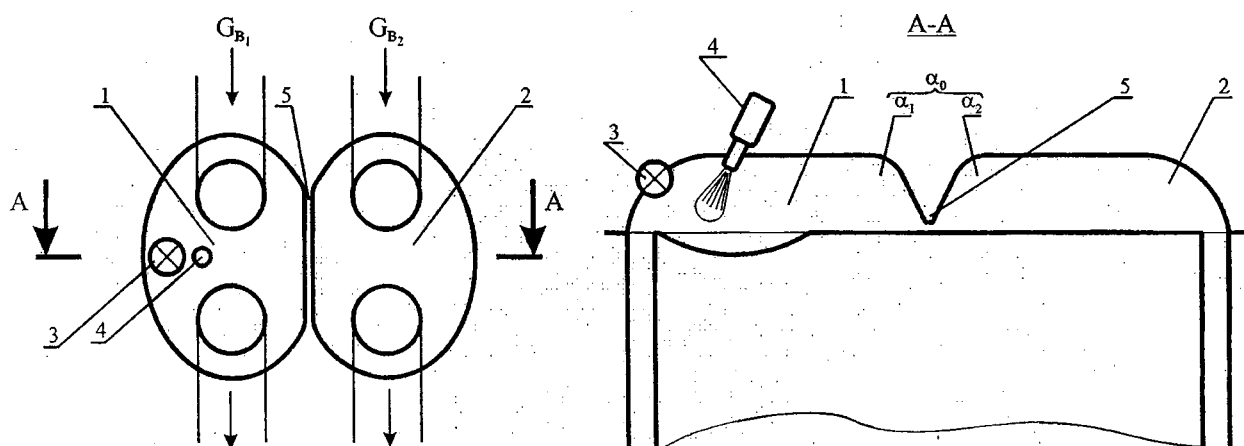


Рисунок 1 - Схема двигателя с послойным смесеобразованием и двухстадийным сгоранием

Отличительными чертами двухстадийного послойного процесса сгорания являются:

1. Стабильное формирование начального очага и устойчивое горение обогащенной смеси на первой стадии в свечной полости даже при значительном обеднении общего состава смеси.

2. Ускоренное воспламенение и дожигание бедной смеси на второй стадии в бессвечной полости высокотемпературным факелом пламенных газов и химически активных продуктов неполного сгорания обогащенной смеси, создающего дополнительную крупномасштабную турбулизацию бедной смеси на заключительной стадии горения. При этом значительно повышаются антидетонационные качества двигателя, что позволяет повысить степень сжатия до 11,7 единицы.

При внешнем послойном смесеобразовании за счет отдельного ввода топливовоздушной смеси через впускной клапан в свечной полости 1 и чистого воздуха через второй впускной клапан в бессвечной полости 2 к моменту зажигания в камере сгорания достигается значительное расслоение бедной смеси с общим коэффициентом избытка воздуха α_0 . При этом в свечной полости 1 у источника зажигания 3 сосредоточена обогащенная смесь с коэффициентом избытка воздуха α_1 , а в бессвечной полости 2 бедная смесь с коэффициентом α_2 . Экспериментально установлено, что составы смесей в разных полостях камеры сгорания, а, следовательно, и степень расслоения ($\alpha_2 \dots \alpha_1$) главным образом зависят от общего состава смеси α_0 .

(рис.2, а) и относительного расхода воздуха, поступающего по смесевому G_{B1} и воздушному G_{B2} каналам (рис. 2, б).

При известной доле объема v свечной полости 1 состав смеси в разных полостях определяется из уравнений $\alpha_1 = \frac{v \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_o}{\alpha_2 - \alpha_o (1-v)}$ и $\alpha_2 = \frac{(1-v) \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_o}{\alpha_1 - v \cdot \alpha_o}$.

Как следует из представленных графиков и формул при внешнем послойном смесеобразовании эффективное сжигание сверхбедных смесей с $\alpha_o = 1,6$ единиц и более сопровождается обеднением состава смеси в свечной полости $\alpha_1 > 1,2$, что приводит к нестабильности формирования начального очага воспламенения и снижения эффективности обеих стадий сгорания.

Экспериментальными исследованиями методом регистрации моментов ионизации установлено, что решающее влияние на скорость выброса факела пламенных газов U_2 на второй стадии горения оказывает общий состав смеси (рис. 3). Так при сгорании бедной смеси с $\alpha_o = 1,3 \dots 1,4$ скорость сгорания на заключительной стадии составляет достаточно высокую величину – 120...160 м/с. Но при обеднении общего состава смеси до $\alpha_o = 1,6$ и более эффективность факела снижается до 40...60 м/с.

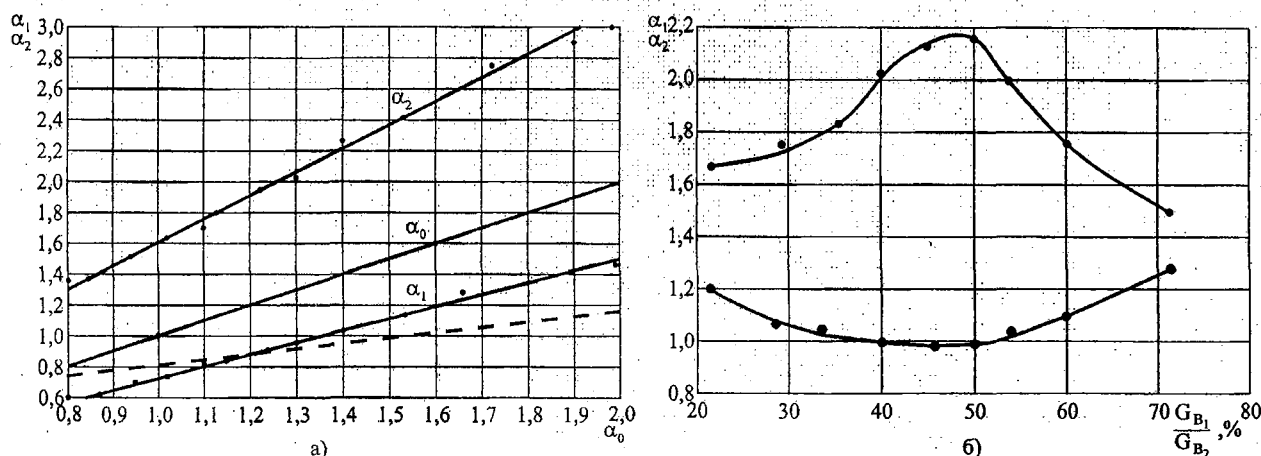


Рисунок 2 - Расслоение смеси в камере сгорания:
а) в зависимости от общего состава смеси;
б) в зависимости от относительного расхода воздуха

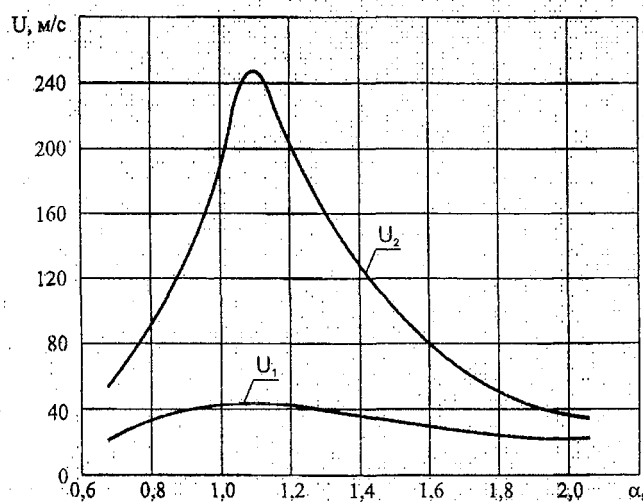


Рисунок 3 - Влияние состава смеси на скорость сгорания:
 U_1 - на первой стадии;
 U_2 - на второй стадии.

Чтобы обеспечить экономичную работу бензинового двигателя на сверхбедных смесях необходимо в зоне свечи зажигания поддерживать состав смеси на уровне $\alpha_1 = 0,95 \dots 1,05$ (пунктирная линия на рис.2, а). Очевидно, что при внешнем послойном смесеобразовании, когда потоки чистого воздуха из выпускного клапана в бессвечной полости и обогащенной смеси из выпускного клапана в свечной полости смешиваются на такте впуска и сжатия, управлять расслоением смеси по объему двуполостной камеры сгорания современными средствами электроники не представляется возможным.

Вместе с тем, в современных системах питания бензиновых двигателей все большее распространение получает непосредственный впрыск бензина в камеру сгорания на такте сжатия до прихода поршня в ВМТ. Применение данной системы питания открывает широкие возможности для реализации внутреннего послойного смесеобразования. Отличие заключается во впуске чистого воздуха через оба впускных клапана и впрыскивании бензина в свечную полость форсункой 4 на такте сжатия за $60 \dots 80$ градусов п.к.в. до прихода поршня в ВМТ. В дальнейшем при подходе поршня к ВМТ происходит поджатие облака обогащенной смеси к свече зажигания для формирования начального стабильного очага горения и частичное смешивание топлива с воздухом в бессвечной полости. В этом случае, регулированием длительностью и моментом впрыскивания бензина достигается требуемое расслоение смеси с образованием обогащенного состава около свечи зажигания при работе двигателя на сверхбедных смесях. Подобная схема смесеобразования исключает значительное смешивание обогащенной и сверхбедной зон в камере сгорания, несмотря на значительную турбулентность смеси к моменту зажигания. В этом случае не исключается возможность качественного регулирования мощности двигателя.

Итак, организация внутреннего послойного смесеобразования предоставляет реальную возможность эффективного сжигания сверхбедных смесей с высокими антидетонационными качествами двигателя с двухстадийным послойным сгоранием. При этом в качестве легкого топлива кроме бензина возможно применение бензанола, этанола и газообразного топлива.

УДК 631.3.072

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Непарко Т.А., Гулай А.С. (БГАТУ)

Рассмотрен вопрос рационального распределения объемов механизированных работ при использовании нескольких типов машинно-тракторных агрегатов с использованием метода геометрического программирования.

Введение

Проектирование систем, предназначенных для реализации заданных функций, является лишь одним из аспектов задач, стоящих перед инженером. Из всех возможных проектов инженер должен выбрать тот, который обеспечивает выполнение заданной функции при минимальных затратах. При формулировке задачи оптимизации инженер неизбежно сталкивается с экономикой, а при ее решении – с математическими проблемами. Исходя из этого, применение метода геометрического программирования, отличающегося простотой используемых математических приемов, для решения оптимизационных задач при эксплуатации машинно-тракторных агрегатов является актуальным.