

В. П. Лукачев, Л. Г. Ключарев

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ КАРБЮРАТОРНЫХ Д. В. С. ИНТЕНСИФИКАЦИЕЙ РАСПЫЛЕНИЯ ТОПЛИВА УЛЬТРАЗВУКОМ

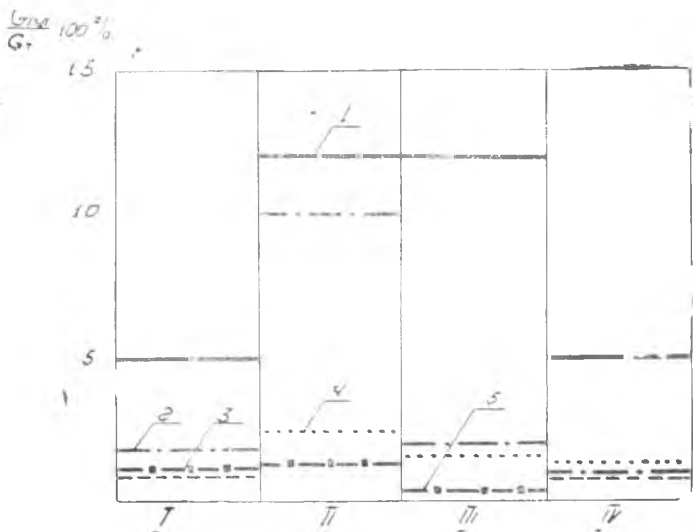
Как показывают исследования, серийные карбюраторы не обеспечивают высококачественное смесеобразование топлива с воздухом и равномерное распределение смеси по цилиндрам. Особенно неблагоприятными в этом отношении в карбюраторном двигателе являются режимы пуска, прогрева, холостого хода, дросселирования, разгона и др.

Впускной тракт при нормальном тепловом режиме улучшает смесеобразование и распределение смеси по цилиндрам, а при пониженных тепловых режимах ухудшает их. Одной из основных причин плохого смесеобразования и распределения смеси по цилиндрам является наличие пленки жидкого топлива на стенках впускного тракта. Пленка жидкого топлива наблюдается на всех режимах работы двигателя, но особенно обильна она на перечисленных режимах (фиг. 1). Принято считать, что основными причинами образования пленки жидкого топлива является малая скорость и неравномерное распределение скоростей воздушного потока по его поперечному сечению, местное уменьшение скорости потока в зоне резкого расширения впускного тракта, расслоение газообразной и жидкой фаз потока в поворотах трубопровода, а также низкая температура воздуха и стенок впускного тракта.

При одинаковых скоростных и температурных условиях образование пленки жидкого топлива во впускном тракте происходит тем интенсивнее, чем крупнее капли топлива в горючей смеси. Средний радиус капель бензина при распыливании его в карбюраторах имеет порядок сто микрон [2].

Крупные капли ухудшают смесеобразование не только по причине выпадания их на стенках впускной трубы, но также из-за неполного испарения в цилиндре двигателя к моменту зажигания смеси.

Предварительные эксперименты показали, что под воздействием ультразвуковых колебаний значительно улучшается тонкость распыления топлива и смесеобразования в двигателях легкого топлива. Для распыления топлива во впускном тракте применяются ультразвуковые устройства.

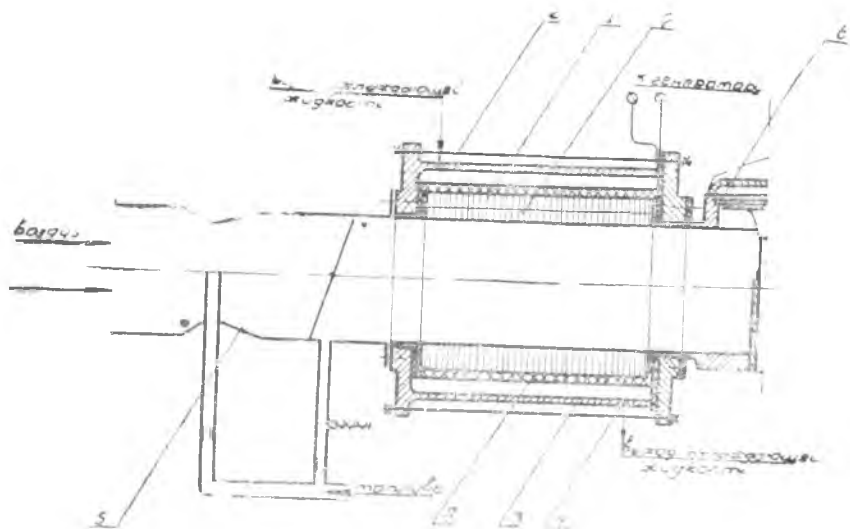


Фиг. 1. Распределение пленки жидкого топлива $G_{пл}$ по цилиндрам на различных режимах работы двигателя.

1—М-21В, режим пуска и прогрева, подогрев коллектора отключен, температура воздуха на входе $t_{вх} = -40^\circ\text{C}$, $t_{в} = 20^\circ\text{C}$, $t_{м} = 20^\circ\text{C}$ (авторы); 2—М-21В, режим холостого хода, подогрев отключен, $t_{вх} = -40^\circ\text{C}$, $n = 500$ об/мин, $t_{в} = 70^\circ\text{C}$, $t_{м} = 70^\circ\text{C}$ (авторы); 3—М-21В, режим холостого хода, подогрев включен, $t_{вх} = -40^\circ\text{C}$, $n = 500$ об/мин, $t_{в} = 70^\circ\text{C}$, $t_{м} = 70^\circ\text{C}$ (авторы); 4 — МЗМА-407, $t_{в} = 80^\circ\text{C}$, $n = 1400$ об/мин, $P = 400$ мм рт. ст. I; 5—МЗМА-407, $t_{в} = 80^\circ\text{C}$, полная нагрузка [1]; I, II, III, IV—цилиндры двигателя.

Ультразвуковое устройство № 1 (фиг. 2) представляет собой магнитострикционный цилиндрический преобразователь 1, состоящий из никелевых кольцевых пластин, туго скрепленных шпильками 2. Преобразователь помещен в корпус 3, снабженный двумя штуцерами 4 для подвода и отвода охлаждающей жидкости. Устройство ставится за карбюратором 5 или любым другим дозирующим аппаратом и составляет часть впускного тракта двигателя 6. При подаче переменного тока высокой частоты в обмотку 7 преобразователя радиус его периодически изменяется с частотой возбуждающего поля. Излучение кольцевого преобразователя происходит по всей поверхности его. Для создания только внутреннего излучения наружную поверхность преобразователя покрывают пористой резиной 8. При излучении внутрь, кроме интенсивных колебаний поверхности преобразователя, на оси кольца происходит фокусиров-

ка энергии ультразвуковых колебаний, благодаря чему может быть достигнута высокая интенсивность ультразвука. Топливо, частично омывая внутреннюю поверхность преобразователя, частично находясь во взвешенном состоянии, подвергается интенсивному дроб-



Фиг. 2. Схема ультразвукового устройства № 1.

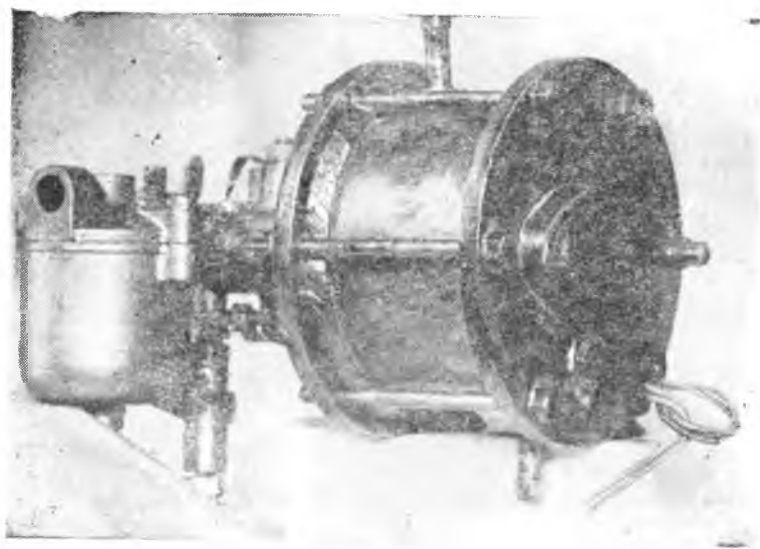
лению и в виде мелкодисперсной топливо-воздушной смеси поступает в цилиндр двигателя. Кольцевой преобразователь имеет следующие основные данные: наружный диаметр — 50 мм, внутренний диаметр — 32 мм, толщина пакета 46 мм, частота собственных колебаний преобразователя 30 кГц.

Известны и другие устройства для распыливания топлива на впуске двигателя с помощью ультразвуковых колебаний.

Ультразвуковые устройства питаются от генераторов высокой частоты. Общий вид ультразвукового устройства совместно с карбюратором К-12ж показан на фиг. 3.

Специфической особенностью ультразвукового устройства № 1 является то, что для отвода тепла, которое получается при работе магнитострикционного преобразователя, применяется охлаждающая жидкость (вода, топливо), подаваемая к внешней поверхности кольцевого преобразователя. Из-за разности давления во внутренней и внешней полостях устройства создается опасность нежелательного проникновения охлаждающей жидкости на рабочую поверхность преобразователя. Для исключения этого явления необходимо как можно плотнее стягивать кольца относительно друг друга; кроме этого, необходимо произвести пропитку собранного пре-

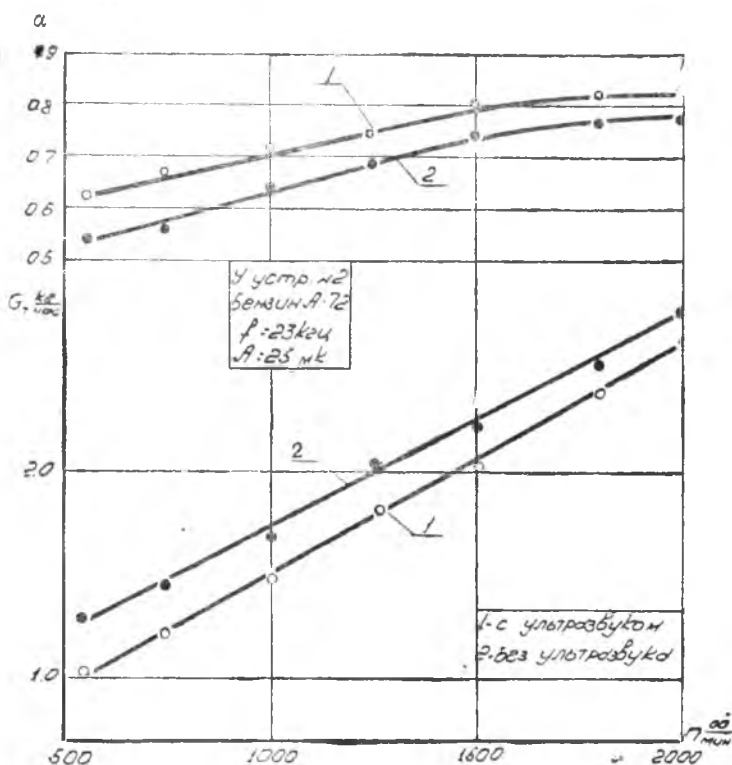
образователя эпоксидной смолой (под давлением) и покрыть внешнюю часть преобразователя пористой резиной.



Фиг. 3. Общий вид ультразвукового устройства № 1 с карбюратором К-12ж.

Как показывают эксперименты, при включении ультразвуковых устройств на режимах прогрева, холостого хода и глубокого дросселирования наблюдается уменьшение оборотов двигателя. Объясним это явление на примере работы нормально прогретого двигателя М-21В на режиме холостого хода. Топливо при работе ультразвукового устройства дважды подвергается интенсивному распыливанию. Первый этап распыливания происходит при выходе топлива на рабочую поверхность концентратора устройства, второй — под действием воздушного потока в зазоре между стенкой смесительной камеры карбюратора и кромкой дроссельной заслонки. Естественно, что такое интенсивное распыливание топлива уменьшает радиусы капелек; последнее приводит к значительному увеличению площади испарения топлива. Интенсификации испарения также способствует нагревание топливовоздушной смеси вследствие сообщения ему акустической энергии. Хорошо распыленное топливо, частично испарившееся в смесительной камере, попадает во впускной тракт и за время своего движения к цилиндрам двигателя, в результате теплообмена с воздухом и стенками впускного трубопровода дополнительно испаряется. Из-за интенсивного испарения в цилиндрах двигателя коэффициент избытка воздуха, отнесенный к испарившемуся топливу, имеет значение, близкое к среднему массовому, которое определяется по расходу топлива и воз-

духа. Как известно, система малого газа карбюратора при нормальной компоновке регулируется на заниженные значения коэффициента избытка воздуха (с запасом) с тем, чтобы несмотря на наличие топливной пленки во впускном тракте и неполное испарение капель топлива, в цилиндрах к моменту зажигания находилось достаточное для устойчивой работы двигателя на этих режимах количество топлива в паровой фазе. Следовательно, на режиме холостого хода коэффициент избытка воздуха по испарившемуся топливу всегда больше его среднемассового значения. Интенсификация распыления топлива ультразвуком при заводской регулировке системы малого газа карбюратора приводит к переобогащению смеси по паровой фазе топлива, в результате чего скорость горения и



Фиг. 4. Изменение часового расхода топлива G_T и коэффициента избытка воздуха α при воздействии ультразвука (режим холостого хода, нормальное тепловое состояние двигателя).

обороты двигателя уменьшаются. Заметим, что перед проведением опытов на двигателе путем проливов было установлено, что коэффициент расхода топлива через концентратор акустической системы не зависит от того, работает он или нет.

При восстановлении числа оборотов обеднением смеси с помощью винта холостого хода устройства получается определенный прирост экономичности при работе двигателя на режиме холостого хода (фиг. 4). Эксперименты показали, что наиболее эффективно устройство работает при среднемассовом коэффициенте избытка воздуха порядка $0,6 \div 0,75$. Отклонение от этого предела в ту или иную сторону ведет к уменьшению эффективности. При больших коэффициентах избытка воздуха ($\alpha = 1,0 \div 1,2$) эффективность ультразвукового воздействия почти не наблюдается. Последнее обусловлено тем, что при относительно малых количествах топлива оно достаточно хорошо испаряется и перемешивается при существующих тепловых условиях. При малых коэффициентах избытка воздуха ($\alpha = 0,4 \div 0,5$) эффективность должна проявляться в большей степени, но для этого, очевидно, нужно увеличивать интенсивность ультразвуковых колебаний, что экономически невыгодно.

Эксперименты по интенсификации распыления с помощью ультразвука показывают, что на режиме холостого хода при нормальном тепловом состоянии двигателя расход топлива на двигателе ЗИД-4,5 уменьшается на 17—25 %, а на двигателе М-21В — на 10—15 %.

Предварительные эксперименты также показывают, что с помощью ультразвука можно улучшить смесеобразование при низкой температуре воздуха на входе в двигатель.

В заключение необходимо отметить, что применение магнетострикционных преобразователей экономически нецелесообразно из-за низкого их КПД. Как показывает практика, более перспективными являются ультразвуковые устройства, снабженные пьезокерамическими или ферритовыми преобразователями.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Я. Райков, В. В. Ершов. К вопросам пленкообразования в карбюраторных двигателях — журнал «Автомобильная промышленность» № 11, 1964.

2. А. С. Ирисов. Испаряемость топлива для поршневых двигателей и методы ее исследования. Гостехиздат, Москва, 1955.