

УДК 621.436

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛООВОГО КПД  
АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПУТЕМ УТИЛИЗАЦИИ  
ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ**

**IMPROVING THE THERMAL EFFICIENCY OF AUTOMOBILE  
ENGINES BY USING HEAT LOSSES**

**Гуринович Е. В.**, асп.,

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Y. Hurynovich, Postgraduate,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Изучены основные методы повышения теплового КПД авто-  
тракторных двигателей путем утилизации тепловых потерь.*

*The main methods of increasing the thermal efficiency of automotive  
engines by utilizing heat losses have been studied.*

**Ключевые слова:** *двигатель, тепловой КПД, тепловые потери,  
методы повышения КПД, утилизация тепла.*

**Keywords:** *engine, thermal efficiency, heat losses, methods of in-  
creasing efficiency, heat recovery.*

## **ВВЕДЕНИЕ**

В двигателях внутреннего сгорания от 27 до 42 % энергии, полу-  
чаемой от термохимических реакций горения топлива, уносится  
с выбросами в атмосферу.

Утилизация теплоты отработавших газов двигателей внутренне-  
го сгорания, является одним из перспективных направлений повы-  
шения теплового КПД ДВС. Термодинамические показатели порш-  
невых двигателей внутреннего сгорания находятся на предельно  
возможном уровне, поэтому значительно повысить их КПД за счет  
совершенствования процессов газообмена, горения и смесеобразо-  
вания не представляется возможным. Большие потери тепловой  
энергии отработавших газов свидетельствуют о возможностях по-  
вышения эффективных показателей двигателей внутреннего сгора-  
ния за счет ее использования.

## ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ДВИГАТЕЛЯ

Распределение теплоты, вводимой в двигатель с топливом, на полезную работу и на различные виды потерь, называется внешним тепловым балансом.

Для определения характера использования теплоты и способов его улучшения, возможности утилизации тепловых потерь и расчета системы охлаждения служит уравнение теплового баланса. В абсолютных величинах оно имеет следующий вид:

$$Q = Q_e + Q_{\text{охл}} + Q_{\text{м}} + Q_{\text{г}} + Q_{\text{нс}} + Q_{\text{ост}} ,$$

где  $Q$  – общее количество теплоты, введенное в двигатель с топливом;

$Q_e$  – теплота, эквивалентная эффективной работе;

$Q_{\text{охл}}$  – количество теплоты, передаваемой охлаждающей жидкости;

$Q_{\text{м}}$  – количество теплоты, передаваемой смазочному материалу (при наличии на двигателях масляных радиаторов);

$Q_{\text{г}}$  – количество теплоты, теряемое с отработавшими газами;

$Q_{\text{нс}}$  – теплота, не выделившаяся в двигателе вследствие неполноты сгорания;

$Q_{\text{ост}}$  – остаточные потери теплоты, не учтенные остальными составляющими теплового баланса.

Таблица 1 – Процентное соотношение составляющих теплового баланса автотракторных двигателей на режиме номинальной мощности, %

Тип двигателя	$q_e$	$q_{\text{охл}}$	$q_{\text{г}}$	$q_{\text{нс}}$	$q_{\text{ост}}$
Двигатели с ИЗ	27–38	13–27	30–50	0–45	3–8
Дизель:					
без наддува	36–42	17–35	25–45	0–5	2–5
с наддувом	38–45	12–25	25–40	0–5	2–5

Данные таблицы показывают, что основные тепловые потери – это потери в систему охлаждения и с отработавшими газами. [1]

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛООВОГО КПД АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В настоящий момент известно несколько систем утилизации теплоты отработавших газов автотракторных двигателей внутреннего сгорания. Отдельно можно выделить следующие:

- воздушные расширительные машины;
- термоэлектрические генераторы;
- паросиловые установки;
- двигатели Стирлинга;
- поршневые двигатели с внутренним парообразованием.

Рассмотрим более подробно некоторые из систем.

### 1. Воздушные расширительные машины.

Эта система состоит из ДВС и расширительной машины. Отработавшие газы из ДВС проходят через теплообменник, нагревают предварительно сжатый в компрессоре воздух, который поступает в расширительную машину и совершает полезную работу.

### 2. Термоэлектрические генераторы.

Утилизация теплоты возможна за счет термоэлектрических преобразователей, в которых теплота отработавших газов трансформируется в электрическую энергию.

### 3. Двигатели Стирлинга.

В силовую установку входит дизельный двигатель с наддувом и двигатель Стирлинга. Теплота отработавших газов дизельного двигателя используется для привода двигателя Стирлинга. Так же двигатели Стирлинга возможно использовать для каких-либо агрегатов или систем основного двигателя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя анализ путей повышения теплового КПД автотракторных двигателей путем утилизации тепловых потерь, можно сделать следующий вывод:

1. Практически работающих и широко применяющихся рабочих образцов устройств утилизации практически не существует.

2. Данный вопрос требует более широкого изучения, ввиду необходимости повышения КПД автотракторных двигателей без существенного удорожания конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цветкова, Н. И. Об использовании энергии отработавших газов после газовой турбины в силовых установках / Н. И. Цветкова // Энергомашиностроение. – 1964. – № 6. – С. 41–45.
2. Марченко, А. П. Выбор определяющих параметров комбинированного дизеля с системой вторичного использования теплоты: дис. ... канд. техн. наук / А. П. Марченко. – Харьков, 1984. – 258 с.
3. Жмудяк, Л. М. Перспективные схемы утилизации тепла отработавших газов поршневых ДВС / Л. М. Жмудяк // Динамика и тепловая нагруженность и надежность сельскохозяйственных агрегатов: Материалы второго заседания республиканского семинара. – Барнаул : АПИ, 1981. – С. 100–109.
4. Зайцев, А.П. Исследование характеристик работы утилизационного термоэлектрического генератора при работе дизеля на различных режимах / А. П. Зайцев, [и др.] // Повышение уровня технической эксплуатации судовых дизелей: сб. науч. трудов НИИВТ. – Новосибирск : 1987. – С. 67–73.
6. Зайцев, С. В. Оценка эффективности утилизационной установки / С. В. Зайцев // Исследование и методы повышения эффективности технической эксплуатации судовых энергетических установок: сб. науч. трудов НИИВТ. – Новосибирск, 1984. – 174 с.
7. Автотранспортные потоки и окружающая среда: учеб. пособие для вузов / под ред. В. Н. Луканина. – М. : ИНФРА, 1998. – 408 с.
8. Богданов, А. И. Повышение мощностных, экономических и экологических показателей силовых установок за счет утилизации теплоты отработавших газов: дис. ...канд. техн. наук / А. И. Богданов. – Челябинск, 1999. – 180 с.

Представлено 20.05.2023