

УДК 621.436

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫСОКОФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА

Вершина Г.А., Тамкович Е.С.

Белорусский национальный технический университет
кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

Условия эксплуатации автотракторных дизелей характеризуются переменным во времени фактором скоростных и нагрузочных режимов. При этом наблюдается рассогласование характеристик системы автоматического регулирования частоты вращения (САРЧ), что приводит к снижению производительности и экономичности ДВС, повышению дымности и токсичности выхлопных газов, росту динамических и тепловых перегрузок.

Особенно такие качества проявляются у высокофорсированных по наддуву дизельных двигателей, где высокие качественные характеристики турбокомпрессоров и промежуточных охладителей наддувочного воздуха (ПОНВ) являются необходимым условием обеспечения нормативных технико-экономических показателей и экологических характеристик. Следует отметить, что созданные и применяемые в настоящее время ПОНВ должны обеспечивать в соответствии с ГОСТом понижение температуры наддувочного воздуха до уровня не более чем на 25 °С выше по сравнению с температурой окружающей среды. Следует учесть, что данный показатель должен быть выполнен в первую очередь при номинальном режиме работы дизеля. При снижении нагрузки в условиях эксплуатации при отрицательных температурах будет иметь место переохладение наддувочного воздуха. Как показано в работах [1–3] такое обстоятельство приведет к снижению индикаторного давления и к достаточно серьезному увеличению расхода топлива. Более того, поступление в цилиндр переохлажденного свежего заряда на режимах низких нагрузок и в условиях переходных процессов приведет к нарушению процесса сгорания и, как следствие, к ухудшению экологических характеристик.

Из данного обстоятельства следует, что при понижении нагрузки целесообразно подогревать, а не охлаждать наддувочный воздух, поддерживая его температуру на выходе из ПОНВ в диапазоне 20-50

°С. Такое техническое решение может быть реализовано путем перепуска части воздуха мимо ПОНВ.

По результатам выполнения опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, проведенных кафедрой «ДВС» БНТУ совместно с РУП «ММЗ» в рамках государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение» разработан опытный промежуточный охладитель наддувочного воздуха [4, 5] с автоматическим регулированием температуры воздуха на впуске рис. 1.

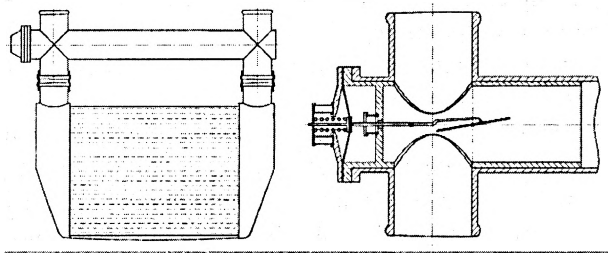


Рис. 1. ПОНВ с автоматическим регулятором температуры наддувочного воздуха

Особенностью данной конструкции является дополнительный канал, напрямую соединяющий напорный патрубок турбокомпрессора с впускным коллектором двигателя. Внутри данного канала установлен регулятор температуры наддувочного воздуха выполненный в виде чувствительного элемента по давлению наддува, а именно мембраны, и регулирующего расходного элемента в виде дроссельной заслонки. При изменении давления в напорном патрубке за счет разности давлений атмосферного и давления наддува мембрана регулятора температуры передвигаясь, начнет преодолевать сопротивление пружины и передвигать шток с асимметрично закрепленной на нем дроссельной заслонкой, изменяя тем самым проходные сечения каналов. Сжатый нагретый воздух из компрессора частично начнет поступать напрямую, с минимальными гидравличе-

скими потерями, минуя охладитель в проточный канал и далее во впускной коллектор, тем самым, повышая температуру до необходимого уровня.

Температура воздуха после компрессора определяется по формуле

$$T_k = T_0 \left(\frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{n}{n-1}}$$

где T_0, P_0 — температура и давление окружающей среды;

T_k, P_k — температура и давление наддувочного воздуха после компрессора;

n — показатель политропы сжатия в компрессоре.

Из формулы видно, что температура наддувочного воздуха зависит от давления наддува P_k и условий окружающей среды T_0 и P_0 . Поскольку регулятор температуры наддувочного воздуха выполнен в виде чувствительного элемента по давлению, то с целью повышения точности регулирования в зависимости от температуры окружающей среды снаружи регулятора установлен температурный компенсатор, выполненный из материала с высоким коэффициентом линейного расширения, который, изменяя свои геометрические размеры под воздействием температуры T_0 и следовательно жесткость пружины, обеспечивает необходимую поправку.

Таким образом, предлагаемая конструкция ПОНВ обеспечивает эффективное регулирование температуры наддувочного воздуха при динамическом нагружении и обеспечивает ее относительное постоянство во впускном коллекторе двигателя в независимости от параметров окружающей среды.

Исследования, выполненные с помощью приведенной математической модели [5], а также сравнительные испытания образцов ПОНВ серийной и экспериментальной конструкции, проведенные на РУП «Минский моторный завод», показали следующие результаты:

1. При коэффициентах избытка воздуха менее 3,2 экономические показатели двигателя при его работе с серийным и экспериментальным ПОНВ на установившихся режимах являются практически равнозначными (рис. 2).

2. При значениях коэффициента избытка воздуха более 3,2 наблюдается тенденция к снижению удельного эффективного расхода топлива (рис. 2, рис. 3).

3. Применение экспериментального ПОНВ обеспечивает увеличение на 7 % интенсивности прогрева охлаждающей жидкости при пуске двигателя, а также способствует увеличению отвода

тепла от масляного картера двигателя (рис. 4). Последнее объясняется снижением количества тепла, передаваемого материалом ПОНВ потоку охлаждающего воздуха с вентилятора, при перепуске наддувочного воздуха мимо охладителя.

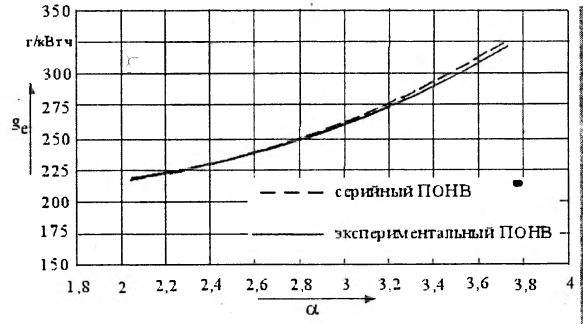


Рис. 2. Зависимость удельного эффективного расхода топлива g_e от коэффициента избытка воздуха α по нагрузочной характеристике.

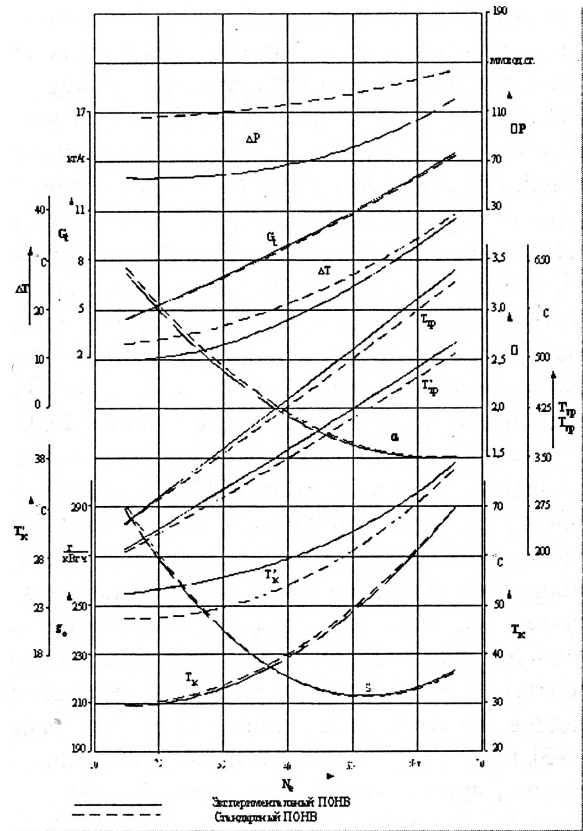


Рис. 3. Нагрузочная характеристика дизеля ($n=1400$ об/мин): N_e — эффективная мощность двигателя; α — коэффициент избытка воздуха; g_e, G_t — удельный эффективный и часовой расход топлива; T_k, T'_k — температура наддувочного воздуха перед и после ПОНВ; T_{tr}, T'_{tr} — температура отработавших газов перед и после турбины; $\Delta T, \Delta P$ — перепад температуры и потери давления в ПОНВ

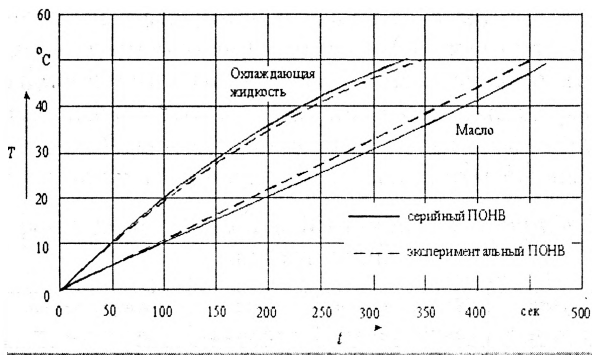


Рис. 4. Графики прогрева охлаждающей жидкости и масла

4. Перепуск части воздушного заряда, минуя ПОНВ, с целью сохранения его температуры при работе двигателя в области малых нагрузок и холостого хода способствует уменьшению периода задержки воспламенения и снижению выбросов СН и твердых частиц, так как температура свежего заряда на данных режимах возрастает на 20 ± 25 °С.

5. Применение регулятора температуры наддувочного воздуха сокращает на 6–8 % время переходного процесса двигателя, при мгновенном наборе номинальной нагрузки.

6. Применение предложенного регулятора температуры не требует разработки специальной конструкции охладителя, так как за счет допол-

нительного канала он может применяться на дизелях оснащенных ПОНВ серийной конструкции.

Литература

1. Слотин Е. И. Подогрев наддувочного воздуха турбопоршневого двигателя при низких температурах, Ниинформтяжмаш, «Двигатели внутреннего сгорания», – 1978. – № 4. С. 13–15.
2. Слотин Е. И. О влиянии условий окружающей среды на показатели работы транспортного дизеля с турбонаддувом. Труды МАДИ, «Автомобильные двигатели внутреннего сгорания», Вып. 178, – М., – 1978. – С. 33–36.
3. Молодцов Н. И. Охлаждение наддувочного воздуха дизелей. Ниинформтяжмаш, – М., – 1966.
4. Пат. № 6510 РБ, МКИ⁶ F 02 В 29/04, 33/44. Двигатель внутреннего сгорания Вершина Г.А., Тамкович Е.С., Янченко П.Н. – Оpubл. Информационный бюллетень «Изобретения, полезные модели и промышленные образцы» №3, Минск, 2004 г.; приоритет 03.13.2001.
5. Вершина Г. А., Тамкович Е. С. Теоретические и экспериментальные исследования высокофорсированного дизеля с регулятором температуры наддувочного воздуха. // Вестник Бел. нац. тех. ун-та. – 2005. – № 4. С. 30–34.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЕЛЬНЫХ

*Козлов А.И., к.т.н., Герасимова А.Г., к.т.н.
Белорусский национальный технический университет, кафедра «ТЭС»*

Вопросы энергобезопасности республики и соответственно стратегия ресурсосбережения в первую очередь энергоэффективность особенно актуальны в настоящее время из-за стремительного роста цен на теплоэнергоресурсы (ТЭР) и необходимости их импорта.

Так из 35 млн. тонн условного топлива (т.у.т.) потребляемых РБ на долю импорта ТЭР приходится не менее 80%, не говоря о таких ресурсах как сталь и другие материалы, применяемые в энергетике.

Весомую долю энергопотребления для выработки пара и горячей воды в промышленности и ЖКХ приходится на котельные, которых по данным Проматомнадзора в республике насчитывается 8446 (более 15 тысяч котлов), потребляющие до 7 млн.т.у.т. [1].

Снижение энергоемкости 1 Гкал тепловой энергии (ТЭ) в промышленных и коммунальных котельных достигается по двум основным направлениям:

- увеличение объема использования местных видов топлива (МВТ), в первую очередь древесных отходов, вторичных энергоресурсов (ВЭР) и торфа;
- внедрение ресурсосберегающих технологий (РТ) в т.ч. энергоэффективного оборудования, в первую очередь котлов.

Рассмотрим эти аспекты.

Классическая схема получения ТЭ (пар, горячая вода) состоит из трех стадий (рис. 1).

Проанализируем, какие факторы влияют на эффективность использования энергии и материалов.