

А. Г. Л а т о к у р с к и й, А. Х. М а а р у ф

К ВОПРОСУ О ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ОХЛАЖДЕНИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Важнейшим параметром, характеризующим эффективность системы жидкостного охлаждения, является температура охлаждающей жидкости. При повышении температуры охлаждающей жидкости уменьшается доля теплоты, теряемой на охлаждение, и одновременно значительно увеличивается отвод тепла с единицы поверхности решетки радиатора, обусловленный большей разностью температур между охлаждающей жидкостью в радиаторе и окружающей средой, что позволяет значительно уменьшить размеры радиатора и мощность на привод вентилятора. На рис. 1 [1] приведены результаты расчета изменения основных технических характеристик охлаждающего устройства тепловозного дизеля мощностью 3000 л. с. от температуры воды и масла.

По мере совершенствования конструкции двигателей внутреннего сгорания средняя температура в их системах охлаждения непрерывно растет, и у современных автотракторных двигателей она поддерживается на уровне 85—90°C. Однако эта температура — не предел. Увеличение температуры охлаждающей жидкости — одно из наиболее действенных средств повышения эффективных показателей современных двигателей внутреннего сгорания.

В 30-е годы системы высокотемпературного охлаждения (в. т. о.) широко использовались в авиации для уменьшения лобового сопротивления самолетов путем сокращения поверхности водяных радиаторов или их ликвидации.

После второй мировой войны стали появляться наземные силовые установки, оборудованные в. т. о. За последние годы (1960—1965 гг.) за рубежом на работу с в. т. о. переведено около 50 типов двигателей, большинство которых выпускается фирмами США. В настоящее время в США мощность двигателей, работающих с в. т. о., превышает 1 000 000 л. с.

В СССР силовые установки с в. т. о. применяются с 1952 г., и сейчас имеется около 60 000 л. с. таких двигателей, основная часть которых — силовые установки компрессорных станций магистральных газопроводов [2].

В настоящее время в т. о. все шире внедряется на стационарных, судовых и тепловых двигателях большой мощности. Опыт эксплуатации таких двигателей как за рубежом, так и в нашей стране позволяет сделать вывод о необходимости расширять применение в т. о. на новых типах отечественных двигателей.

Исходя из возможности обеспечения нормальных условий смазки двигателя при использовании применяющихся в настоящее время масел, большинство авторов считают верхней границей температуры охлаждающей жидкости на выходе из двигателя 120°C [1, 3 и др.].

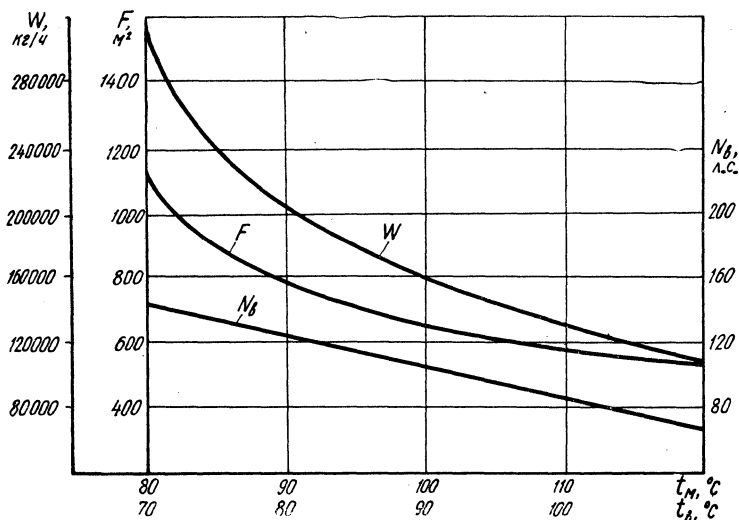


Рис. 1. Зависимость охлаждающей поверхности радиатора F , производительности W и мощности N_b вентилятора от температуры воды и масла

Исследования двигателей с обычной системой охлаждения показывают, что с повышением температуры охлаждающей воды скорость износа деталей цилиндропоршневой группы уменьшается. Уменьшение износов цилиндропоршневой группы при повышении температуры охлаждающей воды объясняется тем, что с подъемом температуры охлаждения уменьшается возможность конденсации паров серной и других кислот из отработавших газов и снижается в связи с этим коррозионный износ. Это подтверждается исследованиями [4], проведенными на тракторном дизеле и показавшими, что повышение температуры охлаждения уменьшает износ поршневых колец и не влияет на износ вкладышей (рис. 2).

Конденсация паров воды и различных кислот из продуктов сгорания и возникновение пленки электролита на поверхности деталей, образующих рабочий объем цилиндра, возможны при температуре стенок этих деталей ниже критической, зависящей от парциального давления водяного пара, присутствия кислот и со-

стояния поверхности. Для четырехтактного двигателя с воспламенением от сжатия без наддува критическая температура находится в пределах 70—120°C [5]. Б. Б. Генбом [5] указывает, что в верхней части внутренней поверхности цилиндра современных транспортных двигателей с водяным охлаждением даже в процессе работы на номинальном режиме при температуре охлаждающей воды 75—85°C имеются участки, температура которых ниже критической. Кроме того, следует иметь в виду, что при работе двигателя на малых нагрузках и в зимнее время наблюдается значительное пони-

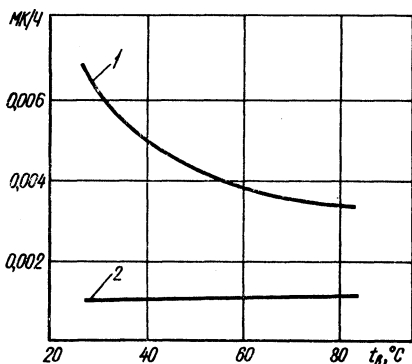


Рис. 2. Зависимость скорости износа поршневых колец и вкладышей от температуры охлаждающей воды:

1 — износ поршневых колец; 2 — износ вкладышей

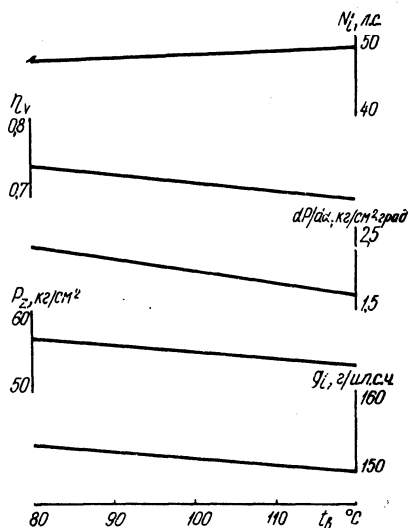


Рис. 3. Влияние температуры воды на показатели рабочего процесса двигателя

жение температуры воды и масла, что приводит к увеличению износов и снижению мощности двигателя.

О влиянии в. т. о. на износ деталей цилиндропоршневой группы двигателя имеются противоречивые данные. Большинство исследователей указывают на уменьшение износа при переходе на в. т. о. [1 и др.]. В некоторых работах отмечается, что при повышении температуры охлаждающей воды выше 90°C интенсивность износа не зависит от температуры [6].

Большое влияние оказывает температурный режим в системе охлаждения на кавитационное разрушение гильз цилиндров и блоков. Максимальная кавитация имеет место при температуре охлаждающей воды 55—65°C, так как при этой температуре вода имеет наибольшие силы поверхностного натяжения и прочность. Повышение температуры воды и давления в системе охлаждения способствует уменьшению интенсивности кавитации.

С увеличением температуры охлаждения уменьшается вязкость масла, что обуславливает уменьшение потерь на трение, которое происходит, однако, до определенного предела увеличения температуры масла, зависящего от свойств применяемого для смазки масла.

Так как при прочих равных условиях наполнение цилиндра зависит только от степени подогрева свежего заряда, то с увеличением температуры охлаждающей жидкости коэффициент наполнения уменьшается. Этим можно объяснить уменьшение мощности и увеличение удельного расхода топлива при переводе на в. т. о. двигателей с воспламенением от искры.

У дизелей в. т. о. улучшает протекание рабочего процесса, что приводит к снижению удельного эффективного расхода топлива [3]. Кроме того, существенное влияние на мощность и экономичность двигателя оказывает уменьшение потерь на трение при увеличении температуры охлаждающей жидкости.

Повышение температуры охлаждающей жидкости уменьшает потери теплоты в систему охлаждения, что способствует лучшему его использованию в цилиндре. Индикаторный к. п. д. сохраняется постоянным или даже повышается, а так как механический к. п. д. увеличивается, то увеличивается и эффективность двигателя. Повышение температуры стенок камеры сгорания улучшает подготовку топлива к воспламенению, в связи с чем сокращается период задержки воспламенения. Смещение начала горения топлива в сторону линий сжатия уменьшает жесткость работы двигателя, максимальное давление цикла и степень последующего расширения при условии подбора оптимального угла опережения подачи топлива. На рис. 3 [3] показано изменение показателей рабочего процесса тракторного вихрекамерного дизеля при повышении температуры охлаждающей воды на выходе из двигателя от 80 до 120°C.

Неизбежное повышение температуры поршней, гильз цилиндров, головок и других деталей является одним из основных препятствий на пути применения в. т. о. Однако, как показали проведенные автором исследования, тепловое состояние цилиндропоршневой группы тракторного дизеля Д-50, работающего при температуре охлаждающей воды 85—90°C, значительно ниже предельно допустимого с точки зрения механической прочности материала деталей. А темп прироста температур деталей на каждый градус повышения температуры воды в системе охлаждения (0,8—0,85° для поршня и 1—1,2° для гильзы цилиндра и головки блока) делает возможным дальнейшее повышение температуры охлаждения на 30—40°C без изменения конструкции двигателя.

Из изложенного следует, что в. т. о. существенно влияет на рабочий процесс двигателя, износ его деталей и способствует снижению веса и габаритов силовой установки, причем в значительной мере снижается расход дефицитных цветных металлов (меди, олова), идущих на изготовление радиаторов систем жидкостного охлаждения. Двигатели, оборудованные системами в. т. о., имеют

большую стабильность теплового состояния при эксплуатации в условиях значительного колебания температуры и давления окружающей среды и не переохлаждаются при работе на режимах малых нагрузок.

Так как в настоящее время поведение автотракторных двигателей в условиях в. т. о. изучено недостаточно, а исследования судовых, стационарных и тепловых двигателей большой мощности носят по ряду вопросов противоречивый характер, экспериментальное исследование в. т. о. тракторного дизеля представляет несомненный интерес.

Л и т е р а т у р а

[1] *Фуфрянский Н. А. и др.* Высокотемпературное охлаждение тепловозных дизелей. — «Электрическая и тепловозная тяга», 1963, № 8. [2] *Ливенцев Ф. Л.* Высокотемпературное охлаждение поршневых двигателей внутреннего сгорания. М.—Л., 1964. [3] *Цветков В. В.* Влияние высокотемпературного охлаждения на работу вихрекамерного дизеля. — «Энергомашиностроение», 1965, № 12. [4] *Зубиетова М. П., Пустовалов И. В.* Влияние условий работы двигателя Д-50 на износостойкость его деталей. — «Тракторы и сельхозмашины», 1968, № 3. [5] *Генбом Б. Б.* О коррозии автотракторных двигателей. — «Автомобильная и тракторная промышленность», 1956, № 5. [6] *Костин А. К. и др.* Теплонапряженность газомоторного компрессора 10ГК-1 при испарительном охлаждении. — «Энергомашиностроение», 1965, № 5.