

УДК 621.113

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Шальнев Станислав Владимирович,

студент

Алехин Алексей Викторович

Alekhinal@bk.ru

кандидат технических наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье представлены условия работы двигателя внутреннего сгорания, перспективные направления повышения эффективности системы охлаждения ДВС.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, система охлаждения, эффективность, интенсификация.

Основным направлением производства современных машин и их эксплуатации является улучшение эксплуатационных характеристик и эффективности работы двигателей внутреннего сгорания. Эффективность и надежность функционирования поршневых двигателей во многом определяется работой их отдельных систем и агрегатов. К ним относятся системы охлаждения, системы питания, смазки [1-3].

Одним из направлений повышения эффективности систем охлаждения является решение вопросов их интенсификации [2].

Следует знать, что задача системы охлаждения двигателя не столько охлаждение, сколько управление температурами. Потому что неравномерный или излишний отвод тепла, как и подвод, вреден и даже опасен. Создание системы охлаждения - дело очень тонкое и трудоемкое, требующее огромной исследовательской и конструкторской работы. Здесь учитываются напряжения и перемещения деталей от термических расширений и от газовых сил. Вся конструкция должна надежно существовать при постоянно меняющихся режимах работы.

Причины, по которым тепло необходимо отводить, следующие [4, 5]:

- высокие температуры поверхностей рабочей полости ДВС приводят к подогреву свежего заряда (воздуха или рабочей смеси), поступающего в цилиндр на такте впуска. От нагрева плотность заряда снижается. Чем меньше плотность заряда, тем меньше его масса, и, следовательно, меньше топлива можно сжечь. Значит, и меньше мощность;

- подогрев заряда на такте сжатия, когда температура поверхностей выше температуры заряда, заставляет его расширяться, а двигатель совершать лишнюю работу сжатия, которую смело можно отнести к потерям;

- подогрев заряда также приводит к росту максимального давления в цилиндре, а оно ограничено прочностью деталей;

- прочность деталей зависит от температуры. С ростом температуры прочность материалов снижается.

Как можно уменьшить потери в систему охлаждения?

Один способ – уменьшить теплообмен рабочего тела с ограничивающими его поверхностями за счет материалов или создания пограничных условий, препятствующих теплообмену. Эффективного решения пока нет.

Другой способ – уменьшить сами поверхности теплообмена. И здесь есть два давно известных и используемых решения.

Первое решение вытекает из законов геометрии. Газ, содержащий тепло, занимает объем, а теплообмен определяется площадью поверхности, которая ограничивает этот объем. Объем – это кубическая величина, и с увеличением прирастает в третьей степени, в то время как площадь – квадратичная величина, и прирастает во второй степени. Таким образом, с увеличением размеров цилиндров двигателя отношение поверхности к объему уменьшается, и относительные тепловые потери также уменьшаются. Отсюда вывод: двигатель с одним цилиндром будет иметь меньшие тепловые потери, чем с шестью цилиндрами и тем же суммарным рабочим объемом. Просто потому, что поверхности теплообмена уменьшатся.

Второе решение этой задачи – уменьшение количества контактирующих с газом поверхностей. Это возможно, например, в схеме, когда в одном цилиндре располагаются два поршня, движущиеся навстречу друг другу. Рабочая полость здесь находится между поршнями. Как понятно из описания, здесь отсутствуют две головки цилиндров. Нет головок – нет поверхностей теплообмена. Такие двигатели работают по двухтактному циклу, а газообмен у них осуществляется с помощью продувочного насоса через окна в районах нижних (еще их называют наружными) мертвых точек поршней. Продувка называется прямоточно-щелевой и является самой эффективной из всех применяющихся в ДВС. Схема эта классическая, известна много лет и широко применяется. [3].

При этом на эффективность работы двигателей существенно влияют условия эксплуатации. Ряд климатических зон характеризуется высокими температурами. При этом условия эксплуатации осложняются значительной запыленностью окружающей атмосферы.

Так, наличие подъемов на маршруте движения автомобиля вызывает

повышение температуры его агрегатов. Нормальное тепловое состояние двигателя в целом – это состояние стабилизации всех параметров рабочего процесса и температуры деталей в соответствующих пределах. Важнейшим показателем теплового состояния двигателя является температура наиболее нагретых и наиболее ответственных деталей двигателя – поршня, поршневых колец, гильзы цилиндров, головки, клапанов, вкладышей подшипников скольжения и др. Установлено, что с повышением температуры жидкости в системе охлаждения возрастает температура основных деталей двигателя и изменяются параметры его рабочего процесса. С ростом температуры деталей двигателя закономерно уменьшается коэффициент наполнения, т.к. начинает сказываться влияние подогрева воздуха от деталей двигателя (каналов головки, впускного трубопровода и др.). Соответственно падает эффективная мощность двигателя и увеличивается минимальный эффективный расход топлива $g_{e\ min}$. При повышенных температурах окружающей среды причиной падения мощности двигателя также служит уменьшение плотности воздуха на впуске и, следовательно, снижение массового наполнения цилиндров двигателя [4, 6, 7].

Следует отметить, что с повышением рабочих температур деталей сокращается срок их службы. Например, увеличение температур силуминовых поршней с $+300$ до $+350^{\circ}\text{C}$ снижает их долговечность в 2–3 раза, а возрастание температуры вкладышей со $+100$ до $+160^{\circ}\text{C}$ ускоряет появление трещин на их поверхности в 5–7 раз. С приближением температуры охлаждающей жидкости к точке кипения эффективность циркуляционных систем охлаждения снижается из-за падения КПД водяного насоса [6, 8, 9]. При повышенных температурах может возникнуть также кавитация в насосе и нарушиться циркуляция жидкости. В экстремальных условиях эксплуатации эффективность работы системы охлаждения может резко снижаться из-за образования накипи в радиаторе и рубашке охлаждения двигателя. Это может происходить при заправке системы охлаждения водой из данного региона, которая может содержать до 20% различных солей. Часто работа двигателя в жарком климате осложняется также высокой запыленностью воздуха. Пыль и песок могут

забивать воздуховоды, ребра радиатора и т.п., ухудшая условия охлаждения двигателя.

Таким образом, оптимальными вариантами повышения эффективности систем охлаждения являются как конструкционные, так и эксплуатационные мероприятия. К ним можно отнести уменьшение поверхности теплообмена, изменение частоты вращения вентилятора; повышение интенсивности циркуляции охлаждающей жидкости, изменение параметров рабочего тела.

Список литературы:

1. О ДВС, его резервах и перспективах развития глазами специалиста [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://rtc-ec.ru/notes/o_dvs.html
2. Хрусталеv, Д.А. Перспективы применения двигателя с внешним подводом теплоты / Д.А. Хрусталеv, А.В. Алехин // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 255.
3. Лубянкин, А.Н. Альтернативные виды топлива для повышения экологичности автомобильного двигателя / А.Н. Лубянкин, А.В. Алехин // В сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2019 – С. 63-65.
4. Корчажкин М.Г. Повышение эксплуатационной надежности двигателей городских автобусов, работающих на режимах высоких тепловых нагрузок: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 2005. – 185 с
5. Корчажкин М.Г., Особенности эффективности работы систем охлаждения автомобильных двигателей в условиях повышенных температур [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_24081363_80279214.pdf

6. Исследование состава и свойств обкаточного масла, получаемого на основе отработанного моторного масла / В.В. Остриков, В.И. Вигдорович, С.Н. Сазонов, Д.Н. Афоничев, К.А. Манаенков // Химия и технология топлив и масел. - 2017. - № 5 (603). - С. 11-16.

7. Консервация машин для разбрасывания пескосоляной смеси / В.И. Горшенин, В.Ю. Ланцев, С.В. Соловьёв, [и др.] //Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 45.

8. Фирсов, П.В. Современные системы управления механизмами газораспределения двигателя внутреннего сгорания / П.В. Фирсов, Н.А. Эйден, А.В. Алехин // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 121.

9. Analysis of the characteristics of natural gas as fuel for vehicles and agricultural tractors / Al-Maidi A.A.H., Rodionov Y.V., Nikitin D.V., Chernetsov D.A., Vdovina E.S., Mikheev N.V. // Plant Archives. - 2019. - Т. 19. - С. 1213-1218.

UDC 621.113

DIRECTIONS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF COOLING SYSTEMS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Shalnev Stanislav Vladimirovich

student

Alyokhin Alexey Viktorovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Alekhinal@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents the operating conditions of the internal combustion engine, promising ways to improve the efficiency of the internal combustion engine cooling system.

Key words: internal combustion engine, cooling system, efficiency, intensification.