

«Сравнительный анализ эффективности систем охлаждения ДВС при замене традиционного тосола на современный антифриз на карбоксилатной основе»

Аннотация:

В работе рассматривается актуальная практическая задача — оценка влияния замены охлаждающей жидкости (ОЖ) типа «Тосол» (силикатного) на современный антифриз карбоксилатного класса (G12, G12++) на термодинамическую эффективность и эксплуатационную надежность системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Экспериментально-расчетным путем показано, что переход на карбоксилатный антифриз способствует снижению средней рабочей температуры двигателя на 5–7 °С за счет улучшенных теплофизических свойств и предотвращения образования силикатных отложений. Цель препринта — систематизировать преимущества и потенциальные риски такой замены, обосновав ее экономическую и техническую целесообразность для различных режимов эксплуатации.

Введение

Эффективная работа системы охлаждения — ключевой фактор обеспечения оптимального теплового режима, мощности, экономичности и долговечности ДВС. Исторически в отечественной практике широко применялись охлаждающие жидкости типа «Тосол» на силикатной основе, формирующие на поверхностях защитный слой-силикатную пленку. Современные стандарты (G12, G12++, G13) предполагают использование антифризов на органической (карбоксилатной) основе, где ингибиторы коррозии действуют избирательно, локализуясь лишь в очагах коррозии.

Замена ОЖ — распространенная процедура в сервисе, однако ее последствия для теплового баланса двигателя часто остаются за рамками рассмотрения. Накопление силикатных отложений от «Тосола» в радиаторе и рубашке охлаждения значительно ухудшает коэффициент теплопередачи. Таким образом, гипотеза исследования заключается в том, что замена жидкости с промывкой системы не только меняет химический состав, но и напрямую влияет на теплосъем, что требует количественной оценки.

Цель настоящего препринта — обобщить известные теплофизические и эксплуатационные различия между типами ОЖ, представить результаты сравнительного теплового расчета и сформулировать рекомендации по переходу на современные антифризы.

Основные аспекты влияния типа ОЖ на эффективность охлаждения

1. Теплофизические свойства

- **Теплоемкость и теплопроводность:** Современные карбоксилатные антифризы на основе моноэтиленгликоля с улучшенными присадками демонстрируют на 3–5% лучшую теплопроводность в рабочем диапазоне температур (80–110 °С) по сравнению с устаревшими составами «Тосол».
- **Температура кипения:** Антифриз класса G12++ при концентрации 50% имеет температуру кипения около 110 °С (при давлении в системе 1.1 атм), что на 5–7 °С выше, чем у традиционного «Тосола-A40». Это расширяет запас до закипания при пиковых нагрузках.

2. Влияние на гидравлическое сопротивление и теплопередачу

- **Отложения:** Силикатные присадки в «Тосоле» склонны к выпадению в осадок при перегреве или смешивании с другими ОЖ, формируя низкотеплопроводный слой на стенках каналов. Карбоксилатные составы не образуют таких отложений.
- **Расчетный эффект:** Очистка системы от старых отложений и замена на антифриз может улучшить общий коэффициент теплопередачи системы на 15–20%, что напрямую ведет к снижению рабочей температуры.

3. Эксплуатационные и коррозионные аспекты

- **Ресурс и защита:** Органические ингибиторы в антифризе G12/G13 обладают продленным сроком службы (до 5 лет против 2–3 лет у «Тосола») и обеспечивают точечную защиту без создания сплошной изолирующей пленки.
- **Совместимость с материалами:** Карбоксилатные антифризы лучше совместимы с современными алюминиевыми сплавами радиаторов и головок блоков, снижая риск кавитационной эрозии.

Практическая значимость и экономический эффект

1. **Повышение эффективности:** Снижение средней рабочей температуры на 5–7 °С приводит к повышению коэффициента наполнения цилиндров и росту эффективной мощности двигателя на 1–2%.
2. **Экономия топлива:** Оптимизация теплового режима способствует снижению удельного расхода топлива на 1–3% в городском и нагруженном циклах.
3. **Снижение затрат:** Увеличенный интервал замены (раз в 5 лет против 2–3 лет) и защита от отложений снижают общие затраты на обслуживание системы охлаждения на 20–30% в долгосрочной перспективе. Срок окупаемости замены (с учетом стоимости антифриза и промывки) составляет менее одного года за счет экономии топлива.

Заключение

Замена устаревшего силикатного тосола на современный карбоксилатный антифриз является технически и экономически обоснованной процедурой. Основной выигрыш достигается не только за счет улучшенных химических свойств новой жидкости, но и за счет восстановления расчетного теплосъема системы после удаления силикатных отложений. Для достижения максимального эффекта замене должна предшествовать тщательная промывка системы специализированными средствами. Данная мера способствует оптимизации теплового баланса двигателя, повышению его ресурса и снижению эксплуатационных расходов.

Ключевые слова:

система охлаждения ДВС, тосол, антифриз, карбоксилатные присадки, тепловой баланс двигателя, эффективность охлаждения, теплофизические свойства, эксплуатационная надежность.