

**УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ДВИГАТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЕМ
АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИДКОСТНО-МАСЛЯНЫХ
ТЕПЛООБМЕННИКОВ**

**IMPROVEMENT OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS
ENGINE TECHNICAL SYSTEMS USE OF ALUMINUM LIQUID-OIL
HEAT EXCHANGER**

Николаевич А.И., кандидат технических наук, доцент,
Буяшов В.П., кандидат технических наук, доцент
(Белорусский национальный технический университет)

Nikolaevich A.I., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Buyashov V.P., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Belarusian National Technical University)

Аннотация. *В статье приведены результаты исследований при создании алюминиевых жидкостно-масляных теплообменников (ЖМТ) для двигателей мобильных транспортных машин. На основании применения метода математического моделирования составлен типоразмерный ряд ЖМТ, что позволило сократить трудоемкость и сроки на проектирование и доводку теплообменных аппаратов для двигателей мобильных машин. Приведены результаты экспериментальных исследований опытного ЖМТ на двигателях мобильных машин в условиях рядовой эксплуатации. Применение опытного ЖМТ обеспечило поддержание нормального (оптимального) температурного режима масла, не снижая при этом надежность и повышая топливную экономичность двигателей технических систем.*

Abstract. *The article presents the results of research to create aluminum oil-water heat exchanger (LMC) for engines of mobile transport vehicles. On the basis of applying the method of mathematical modeling of the composition of the flax-standard series of LMC, reducing labor intensity and terms of the design and operational development of heat exchangers for engines of mobile machines. The results of experimental studies experienced LMC on the engines of mobile machines in the conditions of ordinary use. Application experienced LMC ensured the maintenance of normal (optimal) temperature oil regime, without compromising the reliability and increasing the fuel efficiency of engines technical systems.*

Введение

Охлаждение смазочного масла в современных автотракторных и комбайновых двигателях в основном осуществляется с помощью воздушно-

масляных радиаторов [1]. В последние годы наметилась определенная тенденция к переходу от традиционных воздушно-масляных радиаторов к жидкостно-масляным теплообменникам (ЖМТ), в которых охлаждение смазочного масла производится непосредственно охлаждающей жидкостью [1, 3]. Это объясняется рядом преимуществ, имеющих место при использовании жидкостно-масляных теплообменников [1, 3]: снижаются габаритные и массовые показатели теплообменника; обеспечивается более стабильная температура масла, близкая к оптимальной, вне зависимости от режимов и условий эксплуатации двигателя; исключается воздействие низких температур окружающего атмосферного воздуха непосредственно на масло; упрощается техническое обслуживание трактора из-за более свободного доступа для очистки внешних поверхностей жидкостного радиатора и т.д. Поэтому на зарубежных двигателях автотракторного типа с жидкостным охлаждением такие теплообменники нашли широкое применение. Применение жидкостно-масляных теплообменников не вызывает дополнительных компоновочных затруднений, конструкция ЖМТ пластинчато-ребристого (блочного) типа из алюминиевых сплавов, дано технико-экономическое обоснование целесообразности их применения на дизелях универсально-пропашных тракторов «Беларусь». При создании теплообменников была разработана методика тепло-гидравлического расчета с использованием персональных компьютеров [5].

Основная часть. Теоретические и экспериментальные исследования жидкостно-масляных теплообменников

Анализ физико-механических характеристик металлов показал, что наиболее приемлемым материалом для изготовления жидкостно-масляных теплообменников является алюминий и сплавы на его основе, которые имеют: относительно низкую стоимость, недефицитны, достаточно теплопроводны и технологичны. В конструкции опытного теплообменника из алюминиевых сплавов предполагалось использовать принципиальную схему, представляющую систему масляных ребристых каналов синусоидального профиля. Кроме того, изготовление опытного теплообменника с такой схемой возможно по дешевой прогрессивной безотходной технологии алюминиевого литья в кокиль, которая широко применяется в мировой практике. Разработанная оригинальная конструкция жидкостно-масляного теплообменника защищена а.с. № 126152 на изобретение.

Создание совершенных конструкций теплообменных аппаратов автотракторного типа невозможно без повышения точности конструкторских расчетов. Традиционные единичные методы расчета имеют существенные недостатки. Во-первых, это большая трудоемкость конструкторского расчета теплообменных аппаратов при создании каждой модели трактора вместо выбора аппаратов из типоразмерного ряда со всеми необходимыми па-

раметрами. Во-вторых, значительные затраты времени на разработку и расчет теплообменных аппаратов. Поскольку в настоящее время отсутствует единая методика расчета жидкостно-масляных теплообменников для автотракторных двигателей, то для расчета их основных параметров типоразмерного ряда применительно к универсально-пропашным тракторам «Беларусь» была разработана методика теплогидравлического расчета, которая имеет существенные преимущества перед известными разрозненными методиками [2]. Главной отличительной особенностью предлагаемой методики является применение математического (численного) моделирования и эффективного использования технических средств расчета при конкретных краевых условиях задачи [2]. Это обеспечивает сокращение трудоемкости и сроков на проектирование и доводку теплообменных аппаратов.

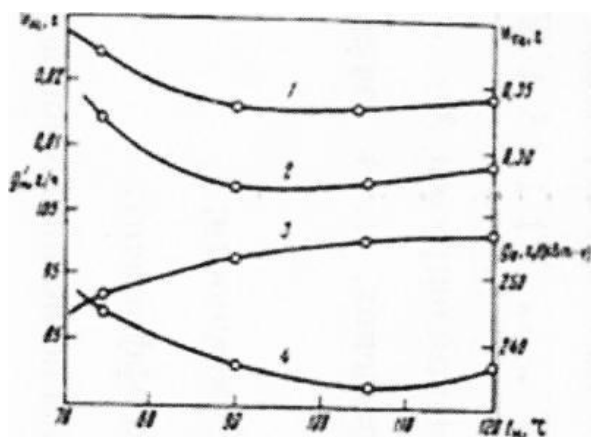
Результаты стендовых испытаний дизеля 4Ч 11/12.5 показали, что при применении опытного алюминиевого теплообменника вместо серийного масляного радиатора за счет установления оптимальной температуры смазочного масла 104 °С вместо 94 °С удельный эффективный расход топлива снижается на 2–4 г/кВт · ч, т.е. топливная экономичность дизеля с жидкостно-масляным теплообменником повышается в среднем на 1–3 %.

В процессе исследований алюминиевых жидкостно-масляных теплообменников по определению их влияния установки на температурный режим, на энергетические и экономические показатели тракторных дизелей, а также на надежность и долговечность (износ деталей, в основном это вкладыши и поршни) проводили отбор проб моторного масла с целью выявления закономерностей изменения концентраций железа и алюминия в работавшем масле при различных его температурных режимах. Определение концентраций железа I_{Fe} и алюминия I_{AL} , проводили методом спектрального анализа и после обработки результатов на ПЭВМ были построены графические зависимости (рисунок). На представленных графиках приведены также зависимости расхода масла на угар q_m и удельного расхода топлива g_e , от температурного режима масла t_m .

Исследованиями по определению влияния температурного режима масла на топливную экономичность и надежность двигателя с турбонаддувом 4ЧН11/12,5 установлено, что наиболее приемлемым (оптимальным, наивыгоднейшим) температурным режимом смазки с точки зрения топливной экономичности, надежности и долговечности технической системы является 90–110 °С. Поэтому можно сделать вывод, что применение опытного алюминиевого теплообменника не только не окажет существенного влияния на снижение надежности и долговечности дизелей универсально-пропашных тракторов «БЕЛАРУС» ($t_m = 104$ °С), а наоборот, повысит его.

Сравнительный анализ технико-экономических показателей опытного теплообменника и серийного воздушно-масляного радиатора универсально-пропашных тракторов «БЕЛАРУС» модели МТЗ-80/82 показывает

(таблица), что созданный образец опытного теплообменника превосходит серийный воздушно-масляный радиатор по массе в 4,1 раза, по длине в 1,1 раза и по ширине в 4,5 раза, и себестоимости изготовления в 1,26 раза.



1 – потери алюминия; 2 – потери железа; 3 – часовой расход масла на угар;
4 – удельный расход топлива

Рисунок – Влияние температуры масла на показатели работы двигателя 4ЧН 11/12,5 (Д-245 – с турбонаддувом)

Длительные испытания двигателей с опытными алюминиевыми жидкостно-масляными теплообменниками на стендах и в реальных условиях рядовой эксплуатации на универсально-пропашных тракторах МТЗ-80/82 в различных хозяйствах Республики Беларусь показали их хорошую работоспособность.

Таблица – Техничко-экономические показатели опытного ЖМТ и серийного ВМР

Параметры	Опытный ЖМТ	2-рядный ВМР
1	2	3
Площадь поверхности охлаждения:		
со стороны масла, м ²	0,30	1,32
со стороны воды (воздуха), м ²	0,16	1,49
Площадь проходного сечения:		
для масла, мм ²	340	401
для воды (воздуха), мм ²	3000	10500

Окончание таблицы

1	2	3
Рабочая длина масляных каналов или трубок (эффективная), мм	375	436
Сечение канала трапецевидное (плоскоовальное) ($a_0 \times b_0$)	(5×2)	(17,5×1)
Количество ходов для масла	4	9
Количество масляных каналов (трубок), шт.	16	74
Толщина стенки, мм	3	1
Масса, кг	3,5	13,49
Габаритные размеры ($L \times B \times H$), мм	438×108×80	510×490×82
Материал	Алюминий (Al-4)	Сталь (Ст. 10)
Себестоимость изготовления одного радиатора (теплообменника)*, доллары США	60,1	75,9

* Данные ПО «Радиатор» (РФ, г. Оренбург), ПО «МТЗ», УО БГАТУ (РБ, г. Минск).

ЖМТ – жидкостно-масляный теплообменник; ВМР – воздушно-масляный радиатор.

Заключение

На основании полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований представляется возможным сделать следующие выводы:

1. Традиционные устройства охлаждения смазочного масла (воздушно-масляные радиаторы) транспортных средств не обеспечивают в условиях рядовой эксплуатации поддержания нормального (оптимального) температурного режима масла.

2. Применение метода математического моделирования позволило создать параметрический (типоразмерный) ряд жидкостно-масляных теплообменников, а также сократило время на разработку (проектирование) теплообменных аппаратов (ЖМТ) для двигателей транспортных машин.

3. Экспериментальными исследованиями установлено, что применение опытного алюминиевого ЖМТ позволяет обеспечивать нормальный температурный режим смазочного масла двигателей, не снижая при этом надежность и повышая топливную экономичность.

4. Длительные испытания мобильных транспортных средств показали хорошую работоспособность опытного ЖМТ, не снижая при этом надежность и повышая топливную экономичность двигателей технических систем.

5. Перспективы дальнейших исследовательских работ в данном направлении состоят в снижении массово-габаритных размеров теплообменника и повышении теплогидравлической эффективности.

Литература

1. Системы охлаждения двигателей сельскохозяйственных тракторов и пути их совершенствования / П.А. Амельченко [и др.] // Сер. Тракторы и двигатели. Вып. 1. – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1990. – 49 с.
2. Глушаков, В.С. Применение метода математического моделирования при проектировании жидкостно-масляных теплообменников для тракторных двигателей / В.С. Глушаков, А.И. Якубович, А.И. Николаевич // Деп. в ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш. – М., 1987. – № 799гс.
3. Николаевич, А.И. Повышение надежности технических систем применением алюминиевых жидкостно-масляных теплообменников / А.И. Николаевич // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: сб. докладов респ. науч.-практ. конф., на 20-й Междунар. специализированной выставке «Белагро-2010», Минск, 10 июня 2010 г. – Минск: «ГИВЦМинсельхозпрода», 2011. – С. 152–156.

УДК 656

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К БАРЬЕРНЫМ СИСТЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ GENERAL REQUIREMENTS FOR SAFETY BARRIER SYSTEMS ON THE ROADS

Лебедев М.С., Дмитриев А.Б. (Научно-исследовательская
испытательная лаборатория транспортных средств)

Lebedev M.S., Dmitriyev A.B.
(Research and Testing Laboratory vehicles)

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы применения барьерных систем безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования. Выполнен анализ различных нагрузок, влияющих на безопасность участников движения.*

Abstract. *The article discusses the use of barrier security road on public motor roads. The analysis of the various loads that affect the safety of road users.*

Количество транспортных средств на дорогах Республики Беларусь растет очень быстрыми темпами. Интенсивность и скорость движения растет. Автомобильные дороги становятся объектами повышенной опасности. В процессе движения по автомобильным дорогам, по разным причинам, происходят дорожно-транспортные происшествия. Качество и эксплуатационные характеристики тормозных накладок в сборе и тормозной систе-