

УДК 62-1

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ КОМПРЕССОРА ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НА РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕМ-РЕФРИЖЕРАТОРОМ

Захаров Д.А., Сидоров С.А., Козлов П.А.

ГОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail: pavelkozlov72@gmail.com

В данной научной статье отражены результаты аналитических и практических исследований, направленных на оценку влияния времени работы компрессора холодильной установки каталитического типа на эксплуатационный расход топлива автомобилем-рефрижератором при осуществлении перевозки скоропортящихся грузов по развозочным городским маршрутам при температурах окружающего воздуха, отличных от температурного режима перевозки, обеспечивающего сохранность данного вида груза. Авторы данной работы оценили увеличение эксплуатационного расхода топлива для автомобилей с различными по виду использования топлива двигателями внутреннего сгорания и рассчитали актуальные надбавки к расходу топлива относительно суммарного времени работы холодильных установок при осуществлении перевозок. Работа выполнена в рамках пространственно-временной концепции приспособленности автомобилей к суровым условиям эксплуатации и соответствует доктрине энергетической безопасности РФ, утвержденной Президентом РФ в 2012 году.

Ключевые слова: скоропортящийся груз, холодильные установки, автомобиль-рефрижератор, развозочный маршрут

INFLUENCE OF REFRIDGERATOR UNIT RUNNING TIME TO FUEL CONSUMPTION OF VEHICLE-REFRIGERATOR

Zakharov D.A., Sidorov S.A., Kozlov P.A.

HPE «Tyumen State Oil and Gas University» Tyumen, e-mail: pavelkozlov72@gmail.com

This scientific article presents the results of analytic and practice researches, divide for estimating of the refrigerator unit's working time on the vehicle-refrigerator's fuel consumption when operating them on transportation routes while temperature conditions is differ from normal. The authors of this paper estimates increasing of fuel consumption for vehicles with different by using type of fuel engines and calculate actual adds for fuel consumption norms depending summary time of working refrigerator unit while transportation. This research conducted as part of space – time consumption of vehicle's adaptability to survive operating conditions and corresponds to the doctrine of energy security of the Russian Federation, approved by the President of the Russian Federation in 2012.

Keywords: perishable goods, refrigeration unit, vehicle-refrigerator, transportation routes

Среди различных видов перевозок перевозки скоропортящихся грузов автомобилями-рефрижераторами являются одними из наиболее энергозатратных. Это, прежде всего, связано с тем, что для обеспечения сохранности таких грузов, как правило, необходимо обеспечивать установленный температурный режим, на поддержание которого необходима дополнительная энергия.

Специализированный подвижной состав для перевозки СГ, к которым относятся автомобили-рефрижераторы с ХОУ каталитического типа, разрабатываются и применяются с учетом обязательного обеспечения необходимого для сохранности СГ температурного режима в грузовом отсеке. Однако конкуренция между их производителями обуславливает необходимость улучшения качества автомобилей-рефрижераторов по другим технико-экономическим показателям. К одним из таких показателей, от которых зависят затраты на перевозку, а также её эффективность, относится эксплуатационный расход топлива, который отражает

затраты на топливо в конкретных, постоянно меняющихся условиях эксплуатации.

Одной из самых распространённых холодильных установок (ХОУ), как известно, является компрессионная. При её использовании сохранение необходимого температурного режима обеспечивается за счет энергии топлива, высвобождающегося в двигателе внутреннего сгорания. Обеспечение сохранности скоропортящегося груза (СГ) в таком случае неизбежно приведет к увеличению расхода топлива двигателем автомобиля. Все это предопределяет необходимость точной количественной оценки расхода топлива двигателем автомобиля при работе холодильной установки.

При работе в условиях температур окружающего воздуха, отличных от температуры сохранности груза (т.е. суровых условиях), в процессе перевозки происходит теплообмен между воздухом в ГО и окружающей средой. Для предотвращения установления теплового равновесия и сохранения необходимого для данного вида СГ температурного

режима в ГО теплоизоляции фургона автомобиля-рефрижератора зачастую становится недостаточно, что приводит к необходимости задействования ХОУ.

Компенсация теплопритоков холодильными установками каталитического типа с приводом от двигателя автомобиля происходит в автоматическом режиме при отклонении температуры в ГО от выставленных в зависимости в ГО значений. Этот процесс регулируется включением/отключением компрессора ХОУ.

Время работы ХОУ прямо пропорционально количеству израсходованного топлива, так как для компенсации потерянной мощности требуется увеличение оборотов коленчатого вала двигателя в минуту. Частота вращения коленчатого вала и развиваемая двигателем мощность характеризуют режим работы ДВС. Минимальная частота вращения определяется при условии устойчивой работы двигателя при нагрузках, а максимальная – ограничивается заводом-изготовителем. Дополнительная нагрузка на двигатель, оказываемая компрессором ХОУ, увеличивает расход топлива автомобилем. Этот процесс отражается при построении нагрузочных характеристик ДВС. Для более полной оценки качества двигателя нагрузочные характеристики снимают для различных частот вращения коленчатого вала. Переход от одного нагрузочного режима к другому осуществляется путем

изменения количества подачи топлива. При повышении нагрузки подача топлива увеличивается, что в свою очередь увеличивает его расход.

Время работы ХОУ зависит от её производительности и суммарного теплопритока, который поступает в ГО во время разгрузки и который должен быть компенсирован в течение времени движения. Поступающий извне теплоприток оказывает влияние на изменение температурного режима перевозки. Время, за которое холодильная установка может его компенсировать, зависит от её холодопроизводительности при заданной разнице температур Δt .

Эксплуатационный расход топлива автомобилем-рефрижератором можно условно представить в виде суммы эксплуатационного расхода топлива на перемещение автомобиля с грузом в конкретных условиях эксплуатации (без задействования ХОУ для поддержания сохранности СГ) и надбавки на работу компрессора ХОУ (рис. 1).

Основные факторы, влияющие на увеличение расхода топлива автомобилем-рефрижератором при включении компрессора холодильной установки:

1. Транспортные.
2. Природно-климатические.
3. Культура эксплуатации.
4. Конструктивные особенности и исправное техническое состояние автомобиля и ХОУ.

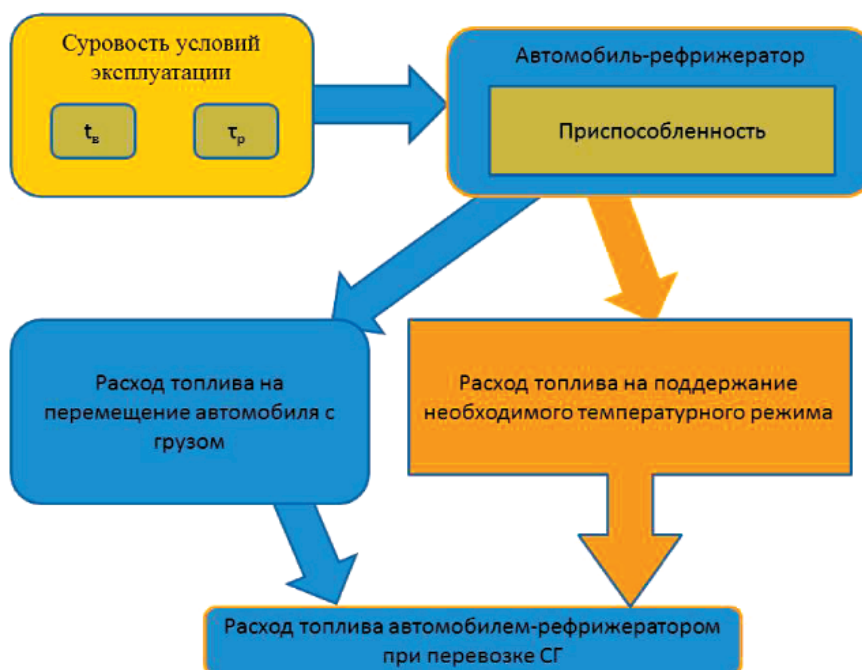


Рис. 1. Схема формирования эксплуатационного расхода топлива автомобилем-рефрижератором в различных условиях эксплуатации

Транспортные факторы включают в себя: суммарное время разгрузки, в течение которого возможно поступление теплопритока через открытые двери фургона; суммарное время ездки автомобиля с грузом, в течение которого возможно поступление тепла через стенки, крышу и пол фургона; вид скоропортящегося груза и определенные условия его сохранности; тара и упаковка груза, а так же способы осуществления ПРР; объемная загрузка ГО.

Конструктивные особенности, влияющие на расход топлива для компенсации поступившего теплопритока: мощность компрессора и холодопроизводительность ХОУ, от которых зависит время работы ДВС под нагрузкой; параметры двигателя автомобиля, такие как вид используемого топлива, мощность и развиваемый крутящий момент.

Природно-климатические факторы включают в себя такие показатели, как эффективная температура окружающей среды, осадки, облачность, давление, влажность воздуха, солнечная радиация и т.д.

Важное значение на расход топлива оказывает также культура эксплуатации автомобиля-рефрижератора, причем учитывать следует как работу водителя (экономичное вождение, честность, объективность), так и людей, задействованных в ПРР (сокращение времени открывания дверей для выполнения ПРР, сортировка СГ, укладка в ГО и т.д.).

Существенное влияние на увеличение расхода топлива, на обеспечение сохранности СГ так же может оказать неисправное техническое состояние автомобиля-рефрижератора и/или холодильной установки. Сюда стоит отнести как уже изученные факторы (низкое давление воздуха в шинах, неисправности в трансмиссии, неправильная регулировка карбюратора и т.д.), так и факторы, влияние которых еще не до конца изучено (разгерметизация дверного проёма, нарушение теплоизоляции, поломка компрессора и т.д.).

Основным документом, который регламентирует нормирование расхода топлив на территории РФ, являются «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте». Согласно этому документу «Нормы расхода топлива на работу специального оборудования, установленного на автомобилях, определяются по данным заводов – изготовителей специальных и специализированных автомобилей, л/ч». Однако до настоящего времени нормы на работу ХОУ не устанавливаются, что приводит к нерациональному нормированию расхода топлива автомобилями-рефрижераторами со всеми неблагоприятными по-

следствиями: перерасход, хищение, неисправное техническое состояние автомобиля и/или ХОУ и т.д.

Повысить эффективность перевозок возможно за счет научно обоснованного расчета норм расхода топлива на основе установления и практического использования закономерностей его изменения от условий эксплуатации и уровня приспособленности к этим условиям. Таким образом, работа, направленная на оценку закономерностей изменения расхода топлива при перевозке СГ под влиянием погодных и транспортных условий эксплуатации, является актуальной.

Целью исследования является повышение эффективности автомобилей-рефрижераторов путём выявления и практического использования закономерностей, описывающих влияние условий эксплуатации и приспособленности автомобилей к этим условиям на эксплуатационный расход топлива.

Объект исследования – эксплуатационный расход топлива автомобилями-рефрижераторами при перевозке скоропортящихся грузов на развозочных маршрутах.

Предмет исследования – закономерности изменения показателя расхода топлива под воздействием суровости условий эксплуатации применительно к автомобилям-рефрижераторам конкретных марок и моделей с различным уровнем приспособленности.

Для определения дифференцированных надбавок на работу компрессора ХОУ, а также для оценки влияния времени работы компрессора ХОУ на надбавку к расходу топлива были проведены эксплуатационные испытания автомобилей-рефрижераторов с различными типами двигателей и компоновками фургона в условиях работы на развозочных маршрутах г. Тюмени.

Эксперимент проводился в соответствии с ГОСТ 20306-90. Все автомобили, участвующие в проведении эксперимента, были исправны, укомплектованы и заправлены ГСМ в соответствии с нормативно-технической документацией. Испытания проводились при температурах окружающего воздуха от минус 15 до плюс 25 °С в солнечную погоду при отсутствии атмосферных осадков, фургоны всех испытуемых рефрижераторов окрашены в белый цвет. Все водители, участвующие в проведении испытаний, имели стаж вождения не менее 10 лет. Автомобили, работающие на развозочных городских маршрутах с полной загрузкой, перевозили мороженое, упакованное в плотные картонные коробки.

Сравнительная характеристика исследуемых автомобилей-рефрижераторов

Показатель	ГАЗ-3717	ГАЗ-3302 «Мороженица»	Hino 300
Тип ХОУ	ThermoKing V-200	ThermoKing V-200	Zanotti FZ 213
Холодопроизводительность ХОУ, Вт, при наружной температуре +30°C	2300 при 0°C 1350 при -20°C	2300 при 0°C 1350 при -20°C	2000 при 0°C 1080 при -20°C
Внутренний объём ГО, м ³	11,48	11,18	12,3
Наружная площадь ГО, м ²	35,4	35,0	36,4
Площадь боковых стен, м ²	22,0	22,0	22,5
Количество боковых дверей фургона, шт.	2	6	6
Площадь дверного проёма, м ²	0,96	0,54	0,5
Наружный объём ГО, м ³	13,80	13,80	14,7
Грузоподъёмность, кг	1200	1200	1250
Тип двигателя	бензиновый	газовый	дизельный

Сбор данных фактических значений основных ТЭП производился с применением комплекса автоматизированной системы мониторинга автотранспорта на основе GPS-технологий «REAVISOR». Данный комплекс позволяет получать объективную информацию по каждому автомобилю как в режиме реального времени, так и в режиме истории просмотров.

Собранная информация о выполненных рейсах хранится на сервере программы. Это облегчает её дальнейшую обработку, которая проводилась с применением программ Microsoft Excel и Statistica 10.0, Regress 2.5. Перед проведением эксперимента были проведены пробные заезды, в которых выяснялось, есть ли отклонения показания замеров топлива от реальных значений. Замеры подтвердили высокую сходимость показателей

Выбор в качестве предмета исследования этих автомобилей обоснован тем, что:

– автомобили предназначены для перевозки продуктов глубокой заморозки (коэффициент теплопередачи фургона $K < 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

– автомобили оснащены одинаковыми типами холодильных установок компрессорной;

– автомобили имеют различные конструктивные решения фургона (объём, количество дверей, площадь дверного проёма);

– автомобили получили широкое распространение на всей территории страны;

– автомобили используют различный вид топлива.

В результате проведенных эксплуатационных испытаний и их математической обработки установлены зависимости надбавки к расходу топлива на работу ХОУ от времени её работы для исследуемых автомобилей-рефрижераторов. Графическое отображение зависимостей представлено на рис. 2, 3, 4 соответственно.

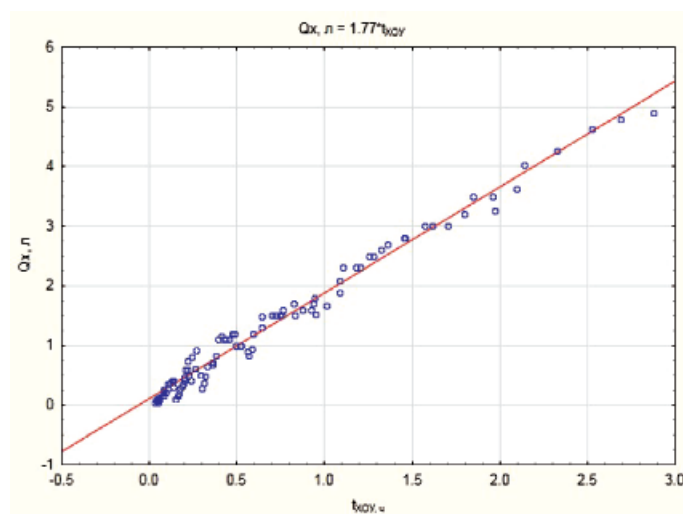


Рис. 2. Расход топлива на работу ХОУ в зависимости от времени её работы для автомобиля ГАЗ 3717 «Мороженица»

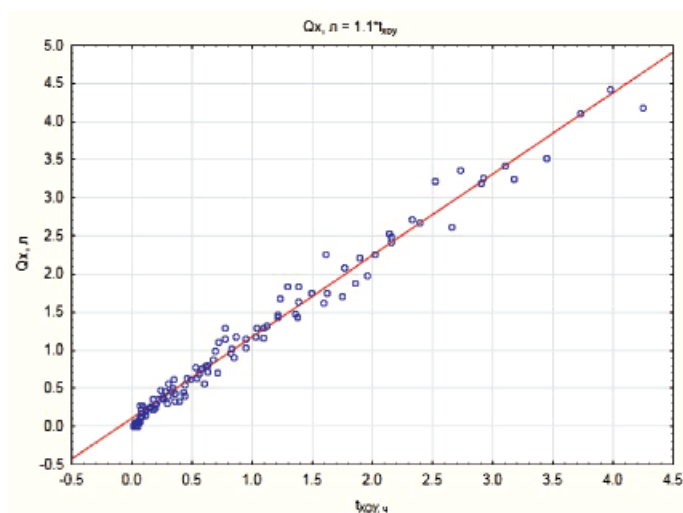


Рис. 3. Расход топлива на работу ХОУ в зависимости от времени её работы для автомобиля ГАЗ 3717 «Рефрижератор»

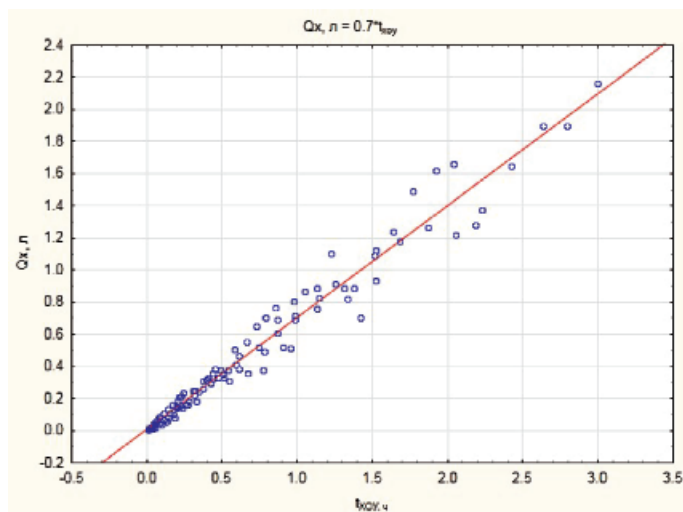


Рис. 4. Расход топлива на работу ХОУ в зависимости от времени её работы для автомобиля Nino 300

Анализ результатов исследования подтвердил гипотезу о линейности влияния времени работы ХОУ на путевой эксплуатационный расход топлива для обеспечения сохранности СГ. Также подтверждена гипотеза о том, что надбавка на работу ХОУ принимает различное значение для различных автомобилей, что соответствует основным принципам концепции различного количественного уровня приспособленности автомобилей к суровым условиям эксплуатации. Максимальный уровень надбавки различен для автомобилей, имеющих различные по виду потребляемого топлива ДВС. Это также подтверждает гипотезу и влияние кон-

структивных особенностей двигателя на увеличение расхода топлива под нагрузкой компрессора ХОУ. Так, самым приспособленным по расходу топлива к работе ХОУ для обеспечения сохранности СГ из исследованных является автомобиль-рефрижератор Nino300 с дизельным двигателем (0,7 л/ч), наименее приспособленным – автомобиль-рефрижератор на базе ГАЗ 3302 с газобаллонным оборудованием (1,77 л/ч).

В ходе проведения эксплуатационных испытаний замечено, что в одних и тех же суровых условиях эксплуатации время работы ХОУ для испытуемых автомобилей существенно различается. Это объясняется,

прежде всего, конструктивными особенностями фургонов (толщина стенок, материал теплоизоляции, размер дверного проема и т.д.), поэтому дальнейшее развитие работы предполагает учет влияния природно-климатических, конструктивных и других основных факторов на исследуемый в данной работе эксплуатационный показатель.

Список литературы

1. Захаров Д.А., Сидоров С.А., Козлов П.А. Дифференцируемое нормирование расхода топлива автомобилем-рефрижератором при работе на развозочных маршрутах // Научно-технический вестник Поволжья. – Казань: Научно-технический вестник Поволжья, 2014. – № 3. – 278 с.
2. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 125 с.
3. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. – М.: Транспорт, 1989. – 128 с.
4. Р 3112199-0337-95. Руководство по энергосбережению на автомобильном транспорте.
5. Сидоров С.А. Приспособленность автомобилей-рефрижераторов для перевозки скоропортящихся грузов на развозочных маршрутах к высокотемпературным условиям / С.А. Сидоров, Д.А. Захаров // Транспорт Урала. – 2010. – № 2 (25). – С. 99–102.

References

1. Zaharov D.A., Sidorov S.A., Kozlov P.A. Differenciруемое normirovanie rashoda topliva avtomobilem-refrizheratorom pri rabote na razvozochnyh marshrutah. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzhja. no. 3 2014g. Kazan: Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzhja, 2014. 278 p.
2. Normy rashoda topliva i smazochnyh materialov na avtomobilnom transporte. Rostov n/D: Feniks, 2008. 125 p.
3. Reznik L.G., Romalis G.M., Charkov S.G. Jeффекtivnost ispolzovanija avtomobilej v razlichnyh uslovijah jekspluatacii. M.: Transport, 1989. 128 p.
4. R 3112199-0337-95. Rukovodstvo po jenergosberezheniju na avtomobilnom transporte.
5. Sidorov, S.A. Prispособlennost avtomobilej-refrizheratorov dlja perevozki skoroportjashhihsja gruzov na razvozochnyh marshrutah k vysokotemperaturnym uslovijam / S.A. Sidorov, D.A. Zaharov // Transport Urala. no. 2 (25). 2010. pp. 99–102.

Рецензенты:

- Резник Л.Г., д.т.н., профессор кафедры ЭАТ, Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень;
- Карнаухов В.Н., д.т.н., профессор кафедры ЭАТ, Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень.