

УДК 629.1.07

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРО, ГИБРИДОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

М.Н. Кравцов, доцент, к.т.н., ХНАДУ

***Аннотация.** Рассмотрена пожарная опасность электро, гибридов и автомобилей. Приведены характерные причины пожаров. Показаны вероятные места возникновения загораний в этих автомобилях. Предложено производителям транспортных средств установить автоматическую систему обнаружения и тушения огня с целью недопущения людских потерь и материальных убытков.*

***Ключевые слова:** пожарная опасность, автомобиль, электромобиль, гибридный автомобиль, транспортное средство, автоматическая система, огонь.*

ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ЕЛЕКТРО, ГІБРИДІВ І АВТОМОБІЛІВ

М.М. Кравцов, доцент, к.т.н., ХНАДУ

***Анотація.** Розглянуто пожежна небезпека електро, гібридів і автомобілів. Наведено характерні причини пожеж. Показані ймовірні місця виникнення загорянь в цих автомобілях. Запропоновано виробникам транспортних засобів встановити автоматичну систему виявлення і гасіння вогню з метою недопущення людських втрат і матеріальних збитків.*

***Ключові слова:** пожежна небезпека, автомобіль, електромобіль, гібридний автомобіль, транспортний засіб, автоматична система, вогонь.*

FIRE HAZARD OF ELECTRIC, HYBRID AND AUTOMOBILES

M.N. Kravtsov, assistant professor, cand. eng. sc., KhNAHU

***Annotation.** The fire danger of electro, hybrids and cars is considered. The characteristic causes of fires are given. Probable places of occurrence of sunbathing in these cars are shown. It is offered to manufacturers of vehicles to establish the automatic system of detection and suppression of fire with the purpose of avoidance of human losses and material losses.*

***Keywords:** fire danger, car, electric car, hybrid car, vehicle, automatic system, fire.*

Введење

Гибридные автомобили постепенно завоевывают у покупателей интерес и постоянный спрос из-за ряда их технических и экономических характеристик. Однако, несмотря на это существующие проблемы с их пожарной безопасностью пока ещё не решены на высоком техническом и профессиональном уровне. Случаи пожаров и загораний этих и подобных автомобилей и электромобилей всё чаще и чаще начинают беспокоить автолюбителей и профессионалов. В связи с этим, обеспечение пожарной безопасности электро, гибридных и автомобильных транспортных средств задача стоит важная перед их производителями. Но самое главное

в этой проблеме – создание надежной защиты от огня, безопасности водителей и пассажиров таких транспортных средств.

Анализ публикаций

Анализируя публикации научных работ зарубежных и отечественных исследователей, инженеров, авторов статей о гибридных автомобилях, электромобилях и иных автомобилях следует отметить, что многие учёные стараются приложить максимум усилий, чтобы убедить производителей выпускать высокоэффективные, экологически-чистыми и безопасными для людей транспортные средства.

“Безопасность транспортного средства” - состояние, характеризующее совокупностью параметров конструкции и технического состояния транспортного средства, обеспечивающих недопустимость или минимизацию риска причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде.

Пожарная опасность – это возможность возникновения и/или развития пожара. Пожарная безопасность - состояние объекта (транспортного средства), при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей [3].

Цель и постановка задачи

Целью данной статьи явилось желание ещё раз раскрыть актуальные причины происходящих пожаров автомобильных транспортных средств.

Задача – постановка чрезвычайно-важного

вопроса перед производителями электро, гибридных и автомобильных транспортных средств - обеспечить надежной автоматизированной пожарной защитой (обнаружение огня + его тушение) водителей и пассажиров от возникшего пожара или загорания.

Результаты исследований

Возгорание транспортного средства является одной из наиболее опасных ситуаций, при которой люди подвергаются огромному риску для жизни и здоровья.

Пожарная нагрузка - это количественный показатель, описывающий интенсивность или продолжительность пожара. Под пожарной нагрузкой обычно понимается общее количество теплоты, выделяющееся в окружающее пространство после сгорания всех воспламеняющихся материалов и предметов в конкретном объекте (автомобиль и т. д.) [6].

Рассмотрим подробнее на примере гибридного автомобиля Toyota Prius его пожарную нагрузку (рис. 1).

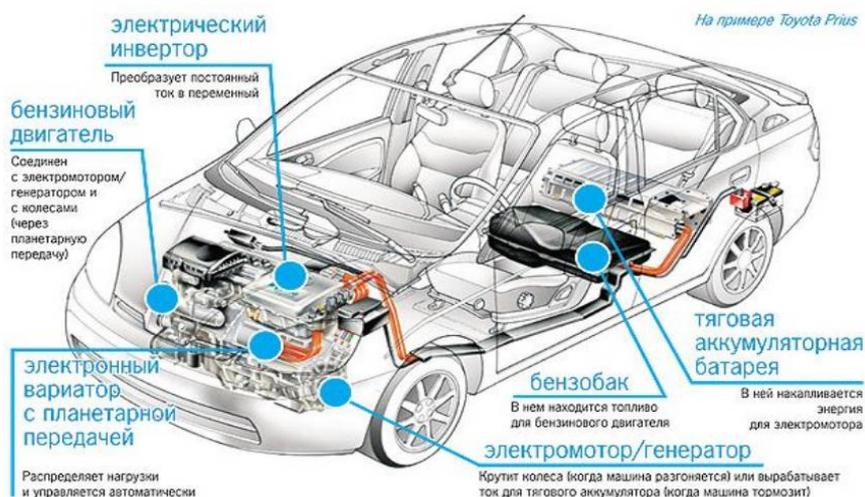


Рис. 1 – Схема гибридного автомобиля на примере Toyota Prius

Современные серийные автомобили созданы из плохо противостоящих огню материалов, которые способны полностью сгореть за несколько минут. Довольно редко можно встретить ситуацию, когда причина возгорания только одна. В большинстве случаев, во время глубокого анализа происшествия, обнаруживается масса виновников, таких как химические и механические причины, чело-

веческий фактор и так далее. Их слаженная работа способна создать невероятно опасные ситуации на дороге. И когда один аспект дополняет другой, потери от пожара только увеличиваются [10].

К продуктам горения в автомобилях, гибридных авто и электромобилях относятся бензин, масла, технические жидкости, соеди-

нительные пластмассовые, резиновые, полихлорвиниловые и иные трубки, резиновые покрышки, всевозможный пластик и обивка внутри салона, кресла, подушки безопасности (если они имеются), аккумуляторные батареи, а в гибридном и электромобилях – тяговая аккумуляторная батарея, изоляция проводов, защитная краска автомобиля от природных осадков и т. д.

В гибридном автомобиле имеется бензиновый двигатель, бензобак, топливные трубопроводы, карбюратор и т.д. Утечка топлива, как свидетельствуют многочисленные страховые компании является одной из причин пожара авто. Попадая на горячий блок цилиндров или коллектор капли бензина могут мгновенно вспыхнуть и водитель сразу не заметит этого, так как отсутствуют на приборной доске устройства сигнализирующего о его загорании. Пожар автомобиля, неприятный случай, материальный, моральный, а иногда и физический ущерб на длительное время испортят настроение его владельцу.

Пожарная нагрузка, включающая в себя различные комбинации горючих материалов разной природы рассчитывается по следующей формуле (1), где её численная величина Q выражается в мегаджоулях:

$$G = \sum_{i=1}^n G_i Q_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n G_i Q_i \quad \{\displaystyle \sum_{i=1}^n \{G_i\} Q_i\}$$

где: n — количество горючих и легко воспламеняющихся компонент в машине,
 Q_i — низшая теплота сгорания i -го материала, выраженная в МДж / кг,
 G_i — масса i -го материала, выраженная в кг.

При этом удельная пожарная нагрузка определяется как отношение полной пожарной нагрузки к площади размещения пожарной нагрузки (2):

$$g = \frac{G}{S} \quad (2)$$

$$Q S \quad \{\displaystyle \frac{Q}{S}\}$$

где: G — полная пожарная нагрузка,
 S - площадь размещения пожарной нагрузки.

Вычисленные величины пожарной нагрузки используются для расчёта температурного

воздействия на конструкции и детали машины, при определении пожарного риска, расчета величины материального ущерба при пожарах и др. [7].

В гибридном автомобиле (электромобиле) огромную пожарную опасность представляет и тяговая аккумуляторная батарея. Как правило эта аккумуляторная батарея снабжена литий-ионным аккумулятором, который взрывоопасен, чувствителен к переразряду и перезаряду. Полная разрядка опасна и выводит аккумулятор из строя, а попытка зарядить такой аккумулятор может привести к взрыву. Также эти аккумуляторы чувствительны к ударам и перегревам, выходят из строя или взрываются - при неправильной зарядке или зарядке в не предназначенных для них устройствах.



Рис. 2 – Пожар автомобиля Tecla на станции Super-Charger в Норвегии

Перезаряд — фактически перенасыщение током. Опасен перезаряд не только из-за вероятности последующего снижения емкости, но еще и из-за опасности потерять аккумулятор, а может быть, еще и здоровье. Считается, что при полном заряде возникающий обратный ток компенсирует ток заряда, поэтому ничего страшного не происходит. Однако использование дешевых отечественных или китайских зарядных устройств на практике показывает обратное: аккумуляторы очень быстро изнашиваются в хлам при перезаряде. Мало того, они могут так сильно нагреться, что это повлечет за собой взрыв, и это не страшилки, а химическая реакция, сопровождаемая выделением водорода.

Наиболее важные характеристики каждого из типов аккумуляторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Литий-ионные полимерные аккумуляторы

Материал катоды	Преимущества	Недостатки
Литий-кобальтовый	Высокая емкость	Небольшие зарядно-разрядные токи
Литий-марганцовый	Низкая токсичность. Большие зарядно-разрядные токи	Низкая емкость. Небольшое количество циклов
Литий-фосфат	Очень низкая токсичность. Большие зарядно-разрядные токи	Низкое напряжение при разряде и заряде. Низкая емкость.

Параметры литий-ионных полимерных аккумуляторов аналогичны стандартным литий-ионным аккумуляторам. Можно заряжать и разряжать их аналогичным способом. Главным различием между ними является то, что вместо жидкого электролита в стандартном литий-ионном аккумуляторе используется полимерный твердый электролит, хотя в большинстве полимерных аккумуляторах для уменьшения внутреннего сопротивления используется паста.

Особую пожарную опасность представляет литий-ионная аккумуляторная батарея, которая чувствительна к ударам и перегревам, выходит из строя или взрывается при неправильной зарядке или зарядке в не предназначенном для них, неисправном или некачественном зарядном устройстве – пожароопасны [4].

У гибридных транспортных средств и электрокаров причина возгорания может быть не столь тривиальной. Их аккумуляторы стараются разместить близко к днищу, чтобы улучшить маневренность автомобиля. При наезде на крупный предмет либо попадании под колёса мусора с острыми гранями батарея нередко повреждается, что приводит к мгновенному возгоранию автомобиля.

Литиевые аккумуляторы изредка проявляют склонность к взрывному самовозгоранию. Интенсивность горения даже от миниатюрных аккумуляторов такова что может приводить к тяжким последствиям [9].

Физико-химические свойства лития, Li: горючий серебристо-белый мягкий металл. Ат. масса 6,94; плотн. 534 кг/м³; т. плавл. 179°C;

т. кип. 1372°C; уд. об. электр. сопр. тепл. сгор. –43221 кДж/кг; твердого лития 12,70·10⁻³ Ом·м, жидкого 45,25·10⁻³ Ом·м; коэф. теплопроводности 71,2 Вт/(м·К).

Пожароопасные свойства: При нагревании на воздухе воспламеняется. Т. гор. около 1300°C; т. самовоспл. в воздухе 180–200°C. Энергично разлагает воду. В хлоре, парах брома и йода воспламеняется. Горит в диоксиде углерода. Реакция с азотом начинается при комнатной температуре, а при красном калении реакция с азотом протекает с воспламенением. В концентрированной азотной кислоте плавится и загорается. Хранить в герметичных емкостях с нейтральной средой (аргон), не допускать контакта с воздухом и водой. Расплавленный литий вызывает разрушение сварных швов, интенсивно, с разбрызгиванием реагирует со строительными и теплоизоляционными материалами (стеклотканью, асбестом, бетоном и др.). Средства тушения: Порошки [4].

Самовозгорание литиевого аккумулятора очень плохо поддается тушению традиционными средствами. В процессе термического разгона неисправного или поврежденного аккумулятора происходит не только выделение запасенной электрической энергии, но и ряд химических реакций, выделяющих энергию для саморазогрева, кислород и горючие газы. Потому вспыхнувший аккумулятор способен гореть без доступа воздуха и для его тушения непригодны средства изоляции от атмосферного кислорода. Более того, металлический литий активно реагирует с водой с образованием горючего газа водорода, потому тушение литиевых аккумуляторов водой эффективно только для тех видов аккумуляторов, где масса литиевого электрода невелика. В целом тушение загоревшегося литиевого аккумулятора неэффективно. Цель тушения снизить температуру аккумулятора и предотвратить распространение пламени. Тушение литиевого аккумулятора эффективно специальными порошковыми составами ПС-11, ПС-12, ПС-13 или аргоном.

Огонь уничтожает автомобиль за несколько минут. Реакция водителя при пожаре должна быть молниеносной. Случаи пожаров этих авто подтверждают, что тушение огня водителями происходит не мгновенно из-за различных причин: испуг, отсутствие минимальной сноровки применять первичные

средства пожаротушения, длительность в принятии решений, отсутствие исправного и эффективного огнетушителя и т. п.

Каждый четвертый пожар автомобиля – короткое замыкание электропроводки. Повреждение изоляции ведёт к возникновению пробоев электрического заряда, которые сопровождаются нагревом провода. Если же проблему не устранить быстро, в месте надрыва образуется отверстие, что и становится причиной замыкания. Таким случаям возгорания обычно предшествуют сбои в электронике автомобиля либо самопроизвольный разряд аккумулятора.

Разрывы в уплотнителях приводят к вытеканию наружу горючих технических жидкостей — остаётся только дожидаться нагрева двигателя либо появления искры. В бензиновых моторах утечка чаще всего находится в прокладке головки блока либо в уплотнителе впускного коллектора. Причиной возгорания может служить и лопнувший корпус топливного фильтра либо трещины в соединительных трубках. Если автомобиль оснащён газовым оборудованием, опасность возникновения пожара существенно возрастает в несколько раз. Причиной возгорания обычно становится повреждение трубки, ведущей от бака к редуктору либо форсункам. Также опасность угрожает автомобилю при разрыве силиконовых трубок, мембраны испарителя или при чрезмерном износе фильтра.

Разлитие моторного масла, являющегося легковоспламеняющейся жидкостью – также причина пожара. При повышении температуры смазочный материал теряет свою вязкость и начинает просачиваться сквозь уплотнители и разнообразные соединения. Попав на горячую поверхность блока цилиндров, масло становится причиной возгорания. Потушить его достаточно сложно, поскольку такая техническая жидкость быстро растекается под капотом, но практически не испаряется под действием нагрева.

Перегрев двигателя нередко становится причиной возгорания пролитого масла либо бензина — температура впускного коллектора достигает 600 градусов. Чтобы избежать случаев перегрева, нужно внимательно следить за оборотами двигателя, а также следить за техническим состоянием: свечей зажигания; электронного блока управления; впускного и

выпускного коллектора; форсунок; распределителя зажигания, катушек и т.д.

Нередко воспламенение автомобиля происходит в результате невнимательности водителя, который забывает под капотом различные тряпки, пластмассовые бутылки или даже флаконы с жидкостями, которые легко воспламеняются. Температура двигателя и системы охлаждения очень большая, что приводит к возгоранию постороннего предмета, после чего — резинотехнических изделий, проводки и автомобильной краски. Некоторые автомобилисты разливают под капотом бензин, масло и другие технические жидкости, думая, что при прогреве мотора они испарятся. Отчасти это действительно так, потому что любые углеводороды обладают высокой летучестью, однако быстрый нагрев двигателя способен стать причиной его воспламенения.

При первых признаках загорания транспортного средства необходимо в срочном порядке остановить его и разомкнуть электрическую цепь. Самое эффективное средство – не паниковать и не бегать вокруг авто, хлопая крышкой капота. Лучше всего накрыть место загорания плотной тканью или применить исправный огнетушитель (желательно порошковый). Тяговую батарею в электро и гибриде эффективно тушить аргоном или специальными порошками ПС-11, ПС-12, ПС-13.

Выводы

Главное – постоянно поддерживать гибридный и иные автомобили в технически исправном состоянии. Производителям автомобилей, гибридных автомобилей и электромобилей давно уже пора оснастить эти транспортные средства автоматической системой обнаружения и тушения огня с целью избежать людских потерь и материальных убытков.

Литература

1. Бажинов А. В., Смирнов О. П. Концепция создания экологически чистого автомобиля. // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. Луганськ, 2006. - №7, С. 15-19.
2. Хрусталева Д.А. Аккумуляторы. – М.: Изд-

- мруд, 2003. – 224 с.
3. ГОСТ 12.1.033 – 81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.
 4. Литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы. ИХВТ. 2001.
 5. https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_116584.pdf
 6. Пожарная нагрузка // Гражданская защита. Энциклопедия. М. Типография № 2, 2007. — Т. 3. — 125 с. — ISBN 5-86472-158-1.
 7. Пожарная нагрузка // Гражданская защита. Энциклопедия / Под ред. В. А. Пучкова. — М. 2015. — Т. 3. — С. 97-98. — 658 с. — ISBN 978-5-93790-129-7.
 8. Категория пожарной опасности объекта // Пожарная безопасность. Энциклопедия. — М.: ФГУ ВНИИПО, 2007. — ISBN 5-901140-52-4.
 9. <http://proavtone-sov.ru/eto-realno-interesno/litij-ionnyie-akkumulyatory-opasny.html>.
 - 10 <http://zakazremonta.by/posts/1794696>
- Рецензент: О.П. Смирнов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 25 ноября 2017 г.