

## **ПОТЕНЦИЈАЛНИ РИЗИЦИ ОД УПОТРЕБАТА НА ТЕЧНИОТ НАФТЕН ГАС КАКО ПОГОНСКО ГОРИВО КАЈ МОТОРНИТЕ ВОЗИЛАТА**

**Ас. м-р Васе Јорданоска**

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Машински факултет – Скопје  
ул. Руѓер Бошковиќ бб, 1000 Скопје, Република Македонија

**Проф. д-р Дарко Данев**

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Машински факултет – Скопје  
ул. Руѓер Бошковиќ бб, 1000 Скопје, Република Македонија

**Доц. д-р Александар Костиќ**

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Машински факултет – Скопје  
ул. Руѓер Бошковиќ бб, 1000 Скопје, Република Македонија.

### **Апстракт**

Течниот нафтен гас (ТНГ) е најшироко употребувано алтернативно гориво кај моторните возила покрај бензинот и дизелот. ТНГ кој во основа е безбоен и е без мирис, е производ од процесот на рафинирање на други горива. Неговата употреба се должи на добрите горивни карактеристики и ниската цена на чинење. Возилата кои го користат ТНГ како погонско гориво се произведени со систем за напојување со ТНГ или пак, се возила со бензински мотори кои постпродажно имаат вградено дополнителен систем за напојување со ТНГ. Вторите се најчесто двогоривни возила, односно имаат можност за префрлување од едно на друго гориво во текот на експлоатацијата. До сега постојат повеќе генерации на системи за напојување со ТНГ кај возилата, кои се развивале паралелно со развојот на технологијата кај бензинските мотори. Гасот за да биде во течна состојба се складира при притисоци помеѓу 2.2 и 22 bar зависно од односот на компонентите во него. За да се запази безбедноста, возилата опремени со ТНГ системи, како и самите системи за напојување со ТНГ се регулирани со правилници на Економската комисија за Европа на Обединетите нации (UNECE). Во трудот се дадени ризиците кои можат да произлезат од употребата на ТНГ системи кај возилата, како и причините кои можат да доведат до појава на одредени хаварији.

**Клучни зборови:** течен нафтен гас (ТНГ), систем за напојување, одобрување на ТНГ систем, ризици од употреба на ТНГ, сообраќајни незгоди.

## Abstract

Liquefied petroleum gas (LPG) is the most widely used alternative fuel in motor vehicles, beside petrol and diesel. LPG which is essentially colorless and odorless is a product of the refining process of other, more commonly used fuels. It is used due to good combustion characteristics and low cost. Vehicles that use LPG as fuel are manufactured with LPG fuel supply system or are vehicles with petrol engines that aftersales have been equipped with additional fuel supply system for LPG. The latter are usually bi-fuel vehicles i.e. have option for switching from one to another fuel during operation. Till now there are several generations of fuel supply systems for LPG, which have been developed parallel with the technology development of petrol engines. The gas to be a liquid it is stored at pressures between 2.2 and 22 bar, depending on the ratio of the components therein. To keep safety, vehicles fitted with LPG systems, and the LPG supply systems themselves are governed by regulations of the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). The paper sets out the risks that may arise from the use of LPG supply systems for vehicles, also the reasons that may lead to occurrence of certain accidents.

**Key words:** liquefied petroleum gas (LPG), fuel supply system, approval of LPG system, risks of using LPG, traffic accidents.

## Вовед

Автомобилскиот течен нафтен гас (ТНГ) е најшироко распространето алтернативно гориво во друмскиот транспорт, кое се користи веќе со децении [1]. Според светската ТНГ асоцијација, со течен нафтен гас се погонуваат над 25 милиони возила во светот [2]. ТНГ возилата се достапни, како фабрички произведени возила и како осовременети (преправени) возила. Прифатено е дека возилата произведени со систем за ТНГ покажуваат подобри резултати од осовременетите возила [3]. Течниот нафтен гас се употребува во двогоривните возила, кои стартуваат на бензин. Бензинските мотори може лесно да се конвертираат во ТНГ мотори со промена на системот за гориво или во двогоривни мотори со додавање на паралелен систем за гориво - ТНГ.

Економската комисија за Европа при Обединетите нации го има донесено Правилникот R67 (ECE R67) кој пропишува униформни одредби во однос на одобрувањето на: 1. специфична опрема на возилата од категоријата М и N кои користат течен нафтен гас во нивните погонски системи и 2. на возила од категориите М и N опремени со специфична опрема за користење на течен нафтен гас во нивните погонски системи во однос на инсталацијата на таквата опрема [4].

Покрај Правилникот R67 донесен е и Правилникот R115 кој се однесува на одобрување на посебните модифицирани системи за напојување со ТНГ и КЗГ (компримиран земјен гас) кои се вградуваат кај возилата [5]. Компримираниот земјен гас кој претставува мешавина на јаглеродороди, исто така се користи како алтернативно гориво кај возилата. Меѓутоа, употребата на КЗГ системите е помала, пред сè заради огромната разлика во работните притисоци во однос на ТНГ системите. Во системите за погон на КЗГ работниот притисок е околу 200 bar, што е за околу 100 пати поголем од работниот притисок во системите за погон со ТНГ.

Системите за напојување со ТНГ и КЗГ кои се вградени во возилата се опфатени и во Директивата на Европската Унија 2014/45/EУ за периодичните прегледи на техничката исправност на моторните возила и нивните приколки [4].

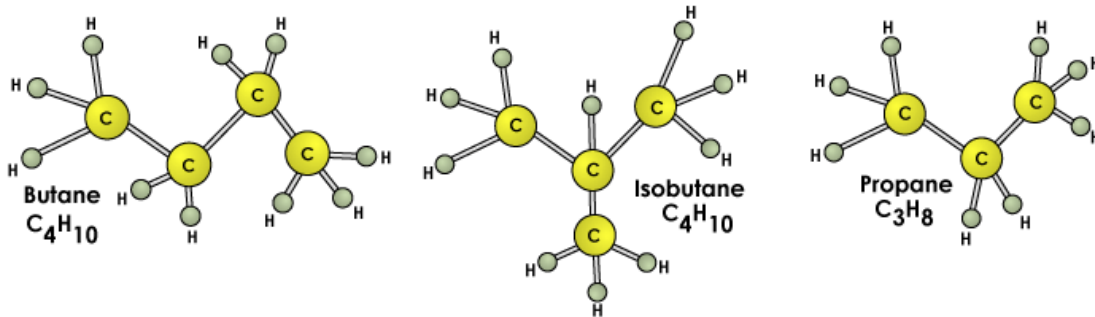
Во Република Македонија возилата со вграден систем за ТНГ се регулирани со Законот за возила (Сл. весник 140/2008) [6], Правилникот за одобрување на преправени и поправени возила (Сл. весник 7/2010) [7], Правилникот за единечно одобрување на возило (Сл. весник 16/2010) [8], како и Правилникот за одобрување на нови моторни и приклучни возила, системи, составни делови и самостојни технички единици наменети за таквите возила (Сл. весник 132/2009) [9].

## **Течен нафтен гас**

Течниот нафтен гас е фосилно гориво, како нафтата и земјениот гас. Тој се добива на два начини: 60% при вадење на нафта од земјата и 40% со рафинирање на сировата нафта. Енергетските компании го произведуваат течниот нафтен гас затоа што истиот е производ од процесот на рафинирање и на други горива.

Постојат два вида на гас, пропан и бутан, кои може да се чуваат во течна форма со ставање под умерен притисок. Исто така се користи и изобутан, кој има иста хемиска формула како бутанот, но има различна хемиска структура (слика 1). За добивање на течниот нафтен гас вообичаено бутанот и изобутанот се мешаат со пропан во различни односи [10]. Името на горивото е поврзано со фактот дека овој гас преоѓа во течна состојба при притисоци од 2.2 до 22 bar, во зависност од односот на пропанот и бутанот во мешавината и од температурата. Овој гас е безбоен и е без мирис и затоа во него се додаваат мириси кои овозможуваат негова лесна детекција [11].

Пропанот е особено корисен како преносливо гориво поради точката на вриење од  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Тоа значи дека и при многу ниски температури, тој ќе испари штом се ослободи од садот под притисок во кој е сместен. Точката на вриење на бутанот е околу  $-0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , што значи дека нема да испари на многу ниски температури и затоа се меша со пропанот.

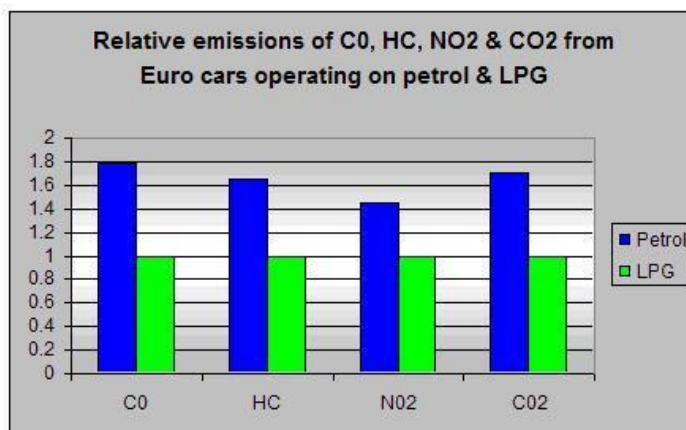


Слика 1. Хемиска структура на гасовите пропан, бутан и изобутан

Се тврди дека течниот нафтен гас е прилично сигурен во споредба со другите горива, бидејќи за споредба, пропанот има висока температура на палење од околу 450 - 510°C, споредено со бензинот чија температура на палење е 257°C. Со тоа се намалува можноста за спонтано запалување.

### Системи за напојување со ТНГ

Историски гледано, бензинот и пропанот користеле слична конфигурација на карбуратор и распределителна гранка на влез во моторот, што овозможило широка постпродажна преправка на моторите од бензински во ТНГ [1]. При исто технолошко ниво на опременост на моторите со внатрешно согорување, емисијата од моторот што користи ТНГ, вклучително и CO<sub>2</sub>, е битно помала од онаа добиена од моторот кој користи бензин за погон. Тоа важи дури и за моторите кои се опремени со електронска контрола на впрскувањето на горивото и троен каталитичен конвертор. Споредба на емисијата на штетни материи од моторите со внатрешно согорување при погон со бензин и со ТНГ е дадена на слика 2 [11].

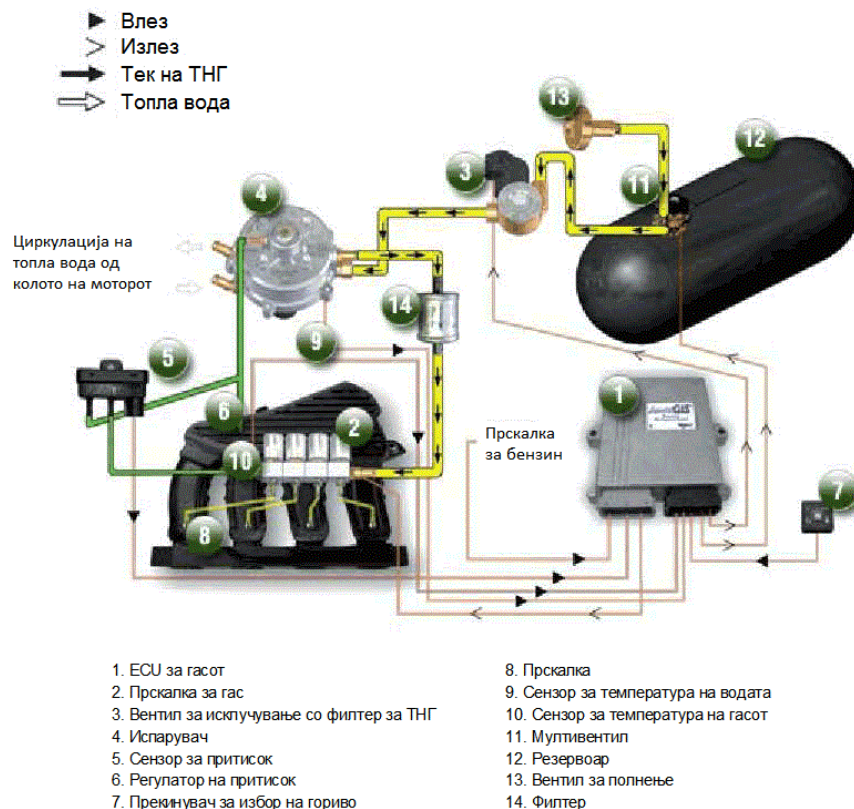


Слика 2. Релативна емисија на штетни материи од моторите со внатрешно согорување при напојување со бензин и ТНГ

Со стапувањето на сила на прописите за контрола и ограничување на нивото на издвнната емисија кај возилата, се јавува и првата значителна промена кај бензинските системи и следствено, кај еквивалентните делови од системот за напојување со ТНГ. Карбураторот станува застарена технологија и е заменет со системите со централно и поединечно впрскување, со вградена ламбда сонда [12]. ТНГ системите се развивале во насока да ја следат еволуцијата на бензинските мотори, чиј пак развој е наметнат од емисионите стандарди кои стануваат сè построги. Според тоа, системите за погон на течен нафтен гас може да се поделат на четири генерации.

Првата генерација ја претставуваат системите кои се наменети за возилата со карбураторски мотори. Овие системи се наједноставните по својата градба и единствени кои содржат електромагнетен вентил за бензин. Во втората генерација спаѓаат системите кои во принцип се намени за возилата со системи за напојување со централно впрскување гориво. Третата генерација ја претставуваат системите кои се наменети за возилата со системи за напојување со поединечно впрскување гориво. Системите од оваа генерација се најраспространети по својата примена. Четвртата генерација на системи се последен збор на техниката. Тие се најсовремените системи кои овозможуваат директно впрскување на гасот во моторот во течна фаза. Овие системи се познати и како LPI (Liquified Petroleum Injection) системи.

Компонентите и нивната поврзаност на систем за погон со ТНГ од третата генерација е даден на слика 3. Тој содржи вентил за полнење, резервоар за гас, мултивентил, куќиште за арматурата на резервоарот, автоматски вентил за исклучување со филтер за ТНГ, испарувач, регулатор на притисок, нископритисен филтер, прскалки за ТНГ, електронска управувачка единица, сензор за температура и притисок и прекинувач за избор на погонско гориво.



Слика 3. ТНГ систем со секвенцијално впрскување на гасот од третата генерација

### Одобрување на ТНГ системите и возилата опремени со ТНГ систем

Република Македонија, а и останатите земји од регионот, како земји потписнички на договорот на UNECE од 1958 година за усвојување на униформни технички прописи е должна да ги почитува правилниците донесени согласно договорот. Правилникот ECE R67 на UNECE во првиот дел кој се однесува на одобрување на специфичната опрема за возилата од категориите M и N кои користат ТНГ во системот за погон, ги дефинира составните делови и ги класифицира во однос на работниот притисок и функцијата. Во делот 1 се дадени условите и барањата кои треба да ги исполнува опремата за да биде одобрена, а во прилог на правилникот опишани се и соодветните постапки на тестирање.

Делот 2 од истиот правилник се однесува на одобрување на возилата од категориите M и N во кои е вградена специфичната опрема за користење ТНГ во системот за погон, во однос на вградувањето на таквата опрема.

Во делот 2 од Правилникот R67 барањата се поделени на општи и посебни барања за возилата опремени со систем за ТНГ. Општите барања пропишуваат дека вградената ТНГ опрема треба да функционира на начин да не може да го надмине работниот притисок за кој е конструирана и одобрена, вградени делови од системот за напојување на моторот со ТНГ мора да бидат одобрени согласно дел 1 од правилникот, но доколку

ТНГ електронската управувачка единица е интегрирана во електронската управувачка единица на моторот и е опфатена со типското одобрение од возилото, не е неопходно посебно типско одобрение за истата.

Сите делови од системот треба да се соодветно прицврстени и никаде во системот не смее да има протекување на гас, а материјалите кои се употребени треба да бидат погодни за употреба со ТНГ. Начинот на вградување на ТНГ системот треба да обезбеди најдобра можна заштита од оштетување. Не смеат да се приклучат дополнителни уреди на системот за ТНГ освен оние што се потребни за правилното работење на моторот на моторно возило.

Ограничено е протегањето на деловите надвор од надворешната површина и од долниот раб на возилото, како и растојанието на деловите од ТНГ системот во однос на деловите од издувниот систем. Возилата од категорија М<sub>2</sub> и М<sub>3</sub> опремени со ТНГ мора да имаат LPG ознака, како што е пропишано во правилникот.

Посебните барања од делот 2 од правилникот се однесуваат на вградувањето и ограничувањата на ТНГ системот, вградувањето на резервоарот за ТНГ и негови додатоци, цевките и цревата за гасот, приклучоците помеѓу компонентите од ТНГ системот, далечински контролираниот вентил за исклучување, единицата за полнење, системот за избор на гориво и електричните инсталации и сигурносниот уред при појава на натпритисок.

Еден ТНГ систем мора да ги содржи најмалку следните составни делови:

- резервоар за гориво,
- вентил кој го ограничува полнењето на 80% наполнетост на резервоарот,
- покажувач на нивото,
- сигурносен вентил (за натпритисок),
- далечински контролиран работен вентил со сигурносен вентил во случај на истекување,
- регулатор на притисокот и испарувач, може да се комбинирани,
- далечински контролиран вентил за исклучување,
- единицата за полнење,
- цевки и црева за гасот,
- приклучоци помеѓу компонентите низ кои поминува гасот,
- прскалка, уред за врпскување гас или мешач гас –воздух,
- електронска контролна единица,
- сигурносен уред при појава на натпритисок (осигурувач).

Меѓутоа, системот за ТНГ може да вклучува и

- куќиште на арматурата на резервоарот,

- неповратен вентил,
- вентил за релаксирање на притисокот во цевките за гас,
- дозатор,
- филтер за ТНГ,
- сензор за притисок или температура,
- пумпа за ТНГ,
- приклучоци за напојување за резервоарот,
- сервисен приклучок,
- систем за избор на гориво и електричен систем и флејта за ТНГ.

Резервоарот за гас може да има цилиндрична или торусна форма и најчесто се изработува од челик EN10120, од композитни материјали или пак од други материјали кои обезбедуваат идентично ниво на безбедност.

Вентилот за полнење на резервоарот е класичен неповратен вентил.

Мултивентилот во себе инкорпорира вентил за ограничување на полнењето на резервоарот на 80%, индикатор на нивото на наполнетост, уред за релаксирање на притисокот (сигурносен вентил или топлив осигурувач) и автоматски работен вентил со вентил за ограничување на протокот. Автоматскиот работен вентил со вентил за ограничување на протокот автоматски затвара кога моторот не работи. Исто така, тој автоматски затвара во случај на зголемен проток на гас како резултат на оштетена излезна цевка за гас. Уредот за релаксирање на притисокот (сигурносен вентил или топлив осигурувач) има за цел да го испушти гасот во атмосферата во случај на зголемување на притисокот на гасот или амбиентната температура ( $120 \pm 10$  °C).

Куќиштето за арматурата на резервоарот има за цел евентуалните истекувања на гас од мултивентилот да ги спроведе во атмосферата и да оневозможи навлегување на гасот во внатрешноста на возилото.

Автоматскиот вентил за исклучување со филтер за ТНГ се поставува меѓу резервоарот за гас и регулаторот на притисок и го прекинува напојувањето со гас кога моторот не работи или пак кога моторот работи на бензин.

Во регулаторот на притисок/испарувачот се намалува притисокот на гасот, притоа течниот нафтен гас преминува во гасна фаза и како таков преку прскалките се воведува во моторот.

Сензорот за притисок и температура го мери притисокот и температурата на гасот после регулаторот на притисок. Овие електрични сигнали и се анализираат во електронската управувачка единица.

Електронската управувачка единица (EUE) на системот за ТНГ како влезен сигнал го користи сигналот за активирање на прскалките за за бензин. Откако ќе го добие сигналот,



ЕУЕ го чисти од параметри кои се поврзани со системот за напојување со бензин (карактеристиките на бензинските прскалки, напонот, итн.) и го прилагодува на прскалките за ТНГ, напонот во акумулаторот, притисокот на горивото и сигналот од ламбда сондата. ЕУЕ постојано врши мониторинг на системот за напојување со ТНГ со цел да се постигнат оптимални перформанси и да се задржи ефикасноста и трајноста на каталитичкиот конвертор. Покрај тоа што во основа ЕУЕ за ТНГ претставува интерфејс меѓу електронската управувачка единица на возилото и прскалките за ТНГ, таа го контролира и севкупното функционирање на системот за погон на ТНГ.

Прекинувачот за избор на погонско гориво најчесто е инсталиран на командната табла на возилото и му овозможува на возачот да избере помеѓу двете горива.

### **Ризици кои произлегуваат од употребата на ТНГ**

Според литературата се тврди дека возилата кои се погонуваат на течен нафтен гас се побезбедни во однос на возилата кои користат бензин како погонско гориво. Испитувањата кои се прават на резервоарот за гас се многу сериозни, со цел да се осигури безбедноста на резервоарот. Само по успешно завршување на тестирањата производителот ќе добие одобрение за резервоарот [4, 13]. Покрај тоа, самите производители на ТНГ резервоари исто така спроведуваат дополнителни тестови со цел да го зголемат степенот на сигурност. Достапните сознанија кажуваат дека многу е полесно да се отвори, односно да се наруши заптивноста на бензински отколку на ТНГ резервоар, што произлегува од материјалите и нивото на безбедносна опрема кои се користат. Меѓутоа доколку постојат и најмали ризици, тие треба да се земат предвид.

Покрај сите безбедносни мерки кои се опфатени со прописите и се имплементирани во системите, постои ризик од вклученоста на човечкиот фактор при вградувањето или користењето на системите за ТНГ. Незгодите кои можат да се случат кај ваквите возила можат да бидат последица на:

- употреба на неodobрени составни делови (при вградување, редовна замена или замена заради неисправност на дел),
- несоодветна монтажа на деловите од системот, особено на приклучоците помеѓу деловите, како и прицврстувањето на деловите од системот,
- нестручно одржување, односно правење на преправки и поправки кои се несоодветни и не се регистрирани и одобрени, под несоодветно одржување спаѓа и ненавремената замена на деловите поради стареење, истрошување или кинење на црева, неисправности кај сигурносните вентили и слично,
- вандализам.

Незгодите кои можат да се случат кај возилата опремени со систем за ТНГ може да се разгледаат како опасности кога возилото е во мирување, односно моторот не работи и опасности кога возилото учествува во сообраќајна незгода.

1. Ризици кога возилото е во мирување.

Кога возилото мирува опасностите кои можат да произлезат од вградениот систем за ТНГ се поврзани со неисправност на некој од деловите во системот. Тука спаѓаат неисправност на некој од вентилите (мултивентил, вентил за исклучување), оштетен вод, црево или несоодветен приклучок што може да доведе до истекување на гасот во патничкиот простор во возилото или надвор од него. ТНГ е формулиран да оддава карактеристичен мирис кој овозможува патниците да откријат доколку има истекување. Допирот на вака истечениот гас со искра може да предизвика палење и горење на гасот.

Друга опасност која може да се случи кога возилото мирува е пукање на резервоарот за ТНГ. Сите ненадејни неисправности поврзани со резервоарот, како замор и кршење на металот, преполнување кое предизвикува прекумерно нараснување на притисокот и пукање на резервоарот, ослабување на садот поради корозија на металот, итн. со едно име се нарекуваат CCF (Cold Catastrophic Failure).

Пукање на резервоарот е опасен настан во секакви услови и во дел од случаите сатовите експлодираат насилно во BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). Се произведува ударен бран со летање на парчиња од резервоарот или други делови од возилото, а потоа следува експлозија од облакот пареа - VCE (Vapour Cloud Explosion) од одеднаш испуштениот течен нафтен гас [14].

2. Ризици од учество на возило опремено со ТНГ во незгода.

Во случај на судир на возила или на возило во пречка, самата маса на резервоарот може да претставува закана, доколку дојде до негово откачување од држачите, поради несоодветна монтажа или појава на преголема сила од забрзувањето при ударот. Заради појавата на инерцијалната сила резервоарот може да излета надвор од возилото или пак, да навлезе во патничкиот простор и да повреди случајни минувачи или патниците во возилото. На слика 4 е дадена незгода при која возилото е пресечено и ТНГ резервоарот е исфрлен од багажниот простор, на десната страна од автомобилот на патот.



Слика 4. Сообраќајна незгода на возило Honda Civic опремено со систем за ТНГ

Извор: <http://www.bkkautos.com/Honda-Civic-Cut-in-Half-Accident>

При сообраќајна незгода на возило, ако дојде до оштетување на цевки или водови од системот за снабдување на моторот со ТНГ, сигурносниот вентил за истекувања треба да го запре дотокот на гориво. Во случај кога и сигурносниот вентил е оштетен или неисправен гасот ќе продолжи да истекува и доколку дојде во допир со искра пред да испари, гасот ќе се запали. Пример за пожар, каде палењето се случило кога возачот запалил цигара е даден на слика 5.



Слика 5. Изгорено возило Mitsubishi Magna поради истекување на ТНГ во возилото

Извор: <http://www.theage.com.au/victoria/woman-burned-in-gas-car-inferno-20120801-23es3.html>

Ако при сообраќајна незгода настане пожар од други причини и пламенот стигне до резервоарот за ТНГ, топливиот осигурувач треба да се стопи и да дозволи гасот да излезе и да изгори надвор од резервоарот. Во спротивно резервоарот ќе експлодира исто како во гореопишаниот случај кога возилото мирува. До пукање, односно експлодирање на резервоарот за ТНГ може да дојде и од други

причинители кои доведуваат до преголем пораст на притисокот на гасот на пример, неисправност на сигурносниот вентил т.е. вентилот за релаксирање на притисокот. Како изгледа ваква експлозија е дадено на слика 6. Големината и сериозноста на хаваријата кај ваквите незгоди зависат од големината на притисокот и наполнетоста на резервоарот.



Слика 6. Експлозија на резервоар за ТНГ кај возило во движење

Извор: <https://www.youtube.com/watch?v=5-nOPvXilWQ>

### **Анализа на состојбата во Република Македонија**

Во Република Македонија, согласно законските прописи возилата опремени со систем за напојување со ТНГ се одобруваат како нови возила опремени со систем ТНГ, доколку се така произведени или пак, како преправени возила, односно возила на кои е извршена преправка – вграден уред за погон на ТНГ. Во постапката за одобрување на преправено возило, позитивен наод и одобрение од овластената служба ќе добие само возило во кое се вградени одобрени компоненти и во кое вградувањето е соодветно извршено од овластен вградувач. Тоа подразбира системот да е одобрен и да одговара на конкретното возило, соодветно прицврстување и спојување на компонентите, правилна местоположбата на поставеност на компонентите и водовите, односно исполнување на барањата од ECE R67.

Поради природата на самите системи, како стареење, истрошување на делови, појава на неисправност и слично, системите кај возилата согласно Правилникот за технички преглед на возила (Сл. весник бр. 81/2010) [18] се подложни на годишен преглед на нивната техничка исправност. Овој пропис важи и за системот за напојување со ТНГ, односно правното лице за технички преглед при годишната проверка на возилата е должно да ја провери состојбата т.е. техничката исправност и системот за ТНГ. Во

минатото годишната проверка на возилата со одобрени системи за ТНГ ја вршела овластена техничка служба за возила, за што службата водела евиденција на проверените возила. Со денешната поставеност на работите не постојат податоци за извршената годишна проверка на вградените системи за напојување со ТНГ и за наодот од таквата проверка.

Постојат податоци кои покажуваат дека во Република Македонија има над 50.000 возила кои имаат вграден погон за течен нафтен гас. Притоа, со оглед на животниот стандард и нивото на свесност кај дел од вградувачите и корисниците, сè уште во сообраќајот може да се сретнат возила со вграден уред за ТНГ кои не се одобрени. Дури и кај одобрените возила со систем за ТНГ, после вградувањето грижата во најголем дел е оставена на корисникот кој не секогаш е свесен за ризикот од неправилното одржување. Поради тоа, понекогаш се прави замена со делови од стари системи за ТНГ или се купуваат неодобрени делови. При замена на било која компонента од системот за напојување со ТНГ, замената и проверката на безбедноста на системот мора да бидат извршени од страна на стручно лице од овластена институција, што во пракса голем дел од корисниците на вакви возила не го применуваат. Со таквата состојба е зголемен ризикот од појава на незгоди кога возилото мирува или е во движење, а е зголемен и ризикот од последиците при учество на вакво возило во сообраќајна незгода.

Во Република Македонија се забележани определен број на незгоди со возила кои имале вграден уред за ТНГ, кои завршиле со големи материјални штети, а имало и загрозени човечки животи [16, 17, 18]. При ваквите незгоди е потребно да се посветува доволно внимание при прибирањето на докази, информации за состојбата на системот за напојување со ТНГ од што би можело да се оцени доколку системот е причината за појава на незгодата или за зголемените последици од неа.

## **Заклучок**

Со оглед на прописите за возилата опремени со системи за погон со гасно гориво во Република Македонија, но и одвивањето на работите во пракса, јасно е дека треба да се направат промени кои ќе ја подобрат состојбата во однос на безбедноста при користењето на возилата кои како погон користат течен нафтен гас. За да се оцени ризикот, односно влијанието на системот за ТНГ при незгода потребно е подетално и потемелно прибирање на докази при сообраќајните незгоди. Тоа подразбира опис на состојбата на сите компоненти од системот по незгодата. Потребно е да се провери состојбата на резервоарот, неговата надворешност и состојбата на вентилите кои се наоѓаат на него. Треба да се забележи состојбата на држачите за резервоарот, особено доколку при незгодата дошло до негово откачување. Исто така, треба да се проследи состојбата на водовите за гасот, како и состојбата на елементите во близина на моторот со внатрешно согорување како регулаторот на притисок, испарувачот и прскалките. Ваквиот

пристап ќе придонесе за процена на изворот на незгодата, доколку тој потекнува од системот за напојување за ТНГ, или пак ќе помогне да се оцени придонесот на таквиот систем кон последиците од незгодата. Системското водење евиденција на прибраните докази и оценки на вклученоста на системот за ТНГ како причинител за незгоди ќе овозможи насоки за измени во законските прописите доколку се покаже за потребно.

### **Користена литература:**

[1] G.E. Totten, S.R. Westbrook, R.J. Shah Eds., *Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance, and Testing* (ASTM International, West Conshohocken, PA, 2003)

[2] On the Move - WPGA. (n.d.).

wlpga.org <<http://www.wlpga.org/about-lpg/applications/on-the-move/>> 28 March 2016

[3] AMF – “Implementing Agreement on Advanced Motor Fuels.” (n.d.).

iea-amf.org <[http://www.iea-amf.org/content/fuel\\_information/lpg](http://www.iea-amf.org/content/fuel_information/lpg)> 28 March 2016

[4] Regulation No. 67. Revision 4. Uniform provisions concerning the approval of: I. Approval of specific equipment of vehicles of category M and N using liquefied petroleum gases in their propulsion system II. Approval of vehicles of category M and N fitted with specific equipment for the use of liquefied petroleum gases in their propulsion system with regard to the installation of such equipment [UNITED NATIONS]

[5] Regulation No. 115. Revision 1. Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific LPG (liquefied petroleum gases) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of LPG in their propulsion system II. Specific CNG (compressed natural gas) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of CNG in their propulsion system [UNITED NATIONS]

[6] Закон за возила (Службен весник на РМ бр. 140/2008)

[7] Правилник за одобрување на преправени и поправени возила (Службен весник на РМ бр. 7/2010)

[8] Правилник за единечно одобрување на возило (Службен весник на РМ бр. 16/2010)

[9] Правилник за одобрување на нови моторни и приклучни возила, системи, составни делови и самостојни технички единици наменети за таквите возила (Службен весник на РМ бр. 132/2009)

[10] Ed Grabianowski "How Liquefied Petroleum Gas Works" 5 May 2005.

HowStuffWorks.com. <<http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/alternative-fuels/lpg.htm>> 17 March 2016

[11] А. Костиќ, *Уреди за погон на возилата со течен нафтен гас (тнг), компримиран земен гас (кзг) и останати алтернативни горива* (скрипта МФС, Скопје, 2015)

[12] Piotr Złoty “Autogas system generations” 22 October 2012.  
gazeo.com <<http://gazeo.com/automotive/technology/Autogas-system-generations,article,6486.html>>17 March 2016

[13] Robert Markowski “Safety of LPG tanks” 16 January 2014.  
gazeo.com <<http://gazeo.com/automotive/technology/Safety-of-LPG-tanks,article,7388.html>>17 March 2016

[14] Robert E. Melchers, William R. Feutrill. Risk assessment of LPG automotive refueling facilities. *Reliability Engineering and System Safety* 74, 283-290 (2001).

[15] „Експлодира возило со плински уред“ 2 јануари 2015.  
dnevnik.mk <<http://dnevnik.mk/?ItemID=24400702350B3843863E85FFE799FD2A>> 28 март 2016

[16] „Лада експлодираше при полнење плин, возачот со изгореници префрлен во болница“ 3 јуни 2013.  
mkd.mk <<http://www.mkd.mk/crna-hronika/lada-eksplodirashe-pri-polnenje-plin-vozachot-so-izgorenici-prefrlen-vo-bolnica>> 28 март 2016

[17] „Се запалил „101“ во движење“ 8 април 2015.  
vesti.mk <<http://vesti.mk/read/news/5097673/1927511/se-zapalil-101-vo-dvizhenje>> 28 март 2016

[18] Правилник за технички преглед на возила (Службен весник на РМ бр. 81/2010)