

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Енергија и животна средина

Број индекса: 112/2008

Миљојковић М. Никола

**ННО ГЕНЕРАТОР – ПРИНЦИПИ РАДА, МОГУЋНОСТ
ПРИМЕНЕ У ВОЗИЛИМА И ПРИКАЗ РАЗВОЈА ДЕМО
УРЕЂАЈА**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

- 1. Проф. др Милун Бабић - ментор**
- 2. Проф. др Слободан Савић**
- 3. Проф. др Вања Шуштершић**

Датум одбране: 27.06.2014

Оцена: _____

САДРЖАЈ

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА.....	4
1.1 Основне напомене о водонику.....	4
1.2 Физичка и хемијска својства и начини добијања водоника.....	5
1.3 Поступци лабораторијског и индустријског добијања водоника.....	6
1.3.1 Лабораторијско добијање водоника.....	6
1.3.2 Индустријско добијање водоника.....	7
1.4 Употреба водоника.....	9
2. АПАРАТУРА (ГЕНЕРАТОР) ЗА ДОБИЈАЊЕ ННО ГАСА.....	10
3. ПРИКАЗ ПОСТУПКА ЗА ИЗРАДУ ННО ГЕНЕРАТОРА.....	11
3.1 Прављење ”мокре ћелије”.....	11
3.2 Поређење ”Dry cell” и ”Wet cell” апаратура (ћелија) за производњу ННО гаса.....	16
3.2.1 Сува ћелија ”dry cell”.....	16
3.2.2 Мокра ћелија ”wet cell”.....	17
4. ВАЖНЕ НАПОМЕНЕ ВЕЗАНЕ ЗА ГРАДЊУ ННО ГЕНЕРАТОРА.....	18
4.1 Препоручена јачина струје у ННО генератору.....	18
4.2 Процес издвајања ННО гаса из воде у великој мери побољшавају електролити.....	19
4.3 Како се ННО генератор пуни водом и колико воде је потребно за његов рад.....	19
4.4 У току рада ННО генератора потребно додавати само воду на након почетног додавања електролита.....	19
4.5 Где се, најчешће, инсталира ННО генератор унутар возила.....	20
4.6 Да ли је правно легална уградња ННО система у возила.....	20
4.7 Управљање ННО генератором у току експлоатације возила на коме је он уграђен.....	21
4.8 Уградња ННО система.....	21
4.9 Шта је МАР сензор.....	21
4.10 Колико воде, уобичајено, користи ННО систем.....	22
4.11 Како се одржава ННО систем.....	22
4.12 Да ли убризгавање ННО штети аутомобилском мотору.....	22
4.13 Да ли ННО систем додатно оптерећује акумулатор.....	22
4.14 Емисије штетних гасова приликом употребе ННО генератора у моторним возилима.....	23
4.15 Повећање перформанси аутомобилског мотора у који је уграђен ХХО генератор и промене у раду мотор.....	23
4.16 Која је разлика између ННО гаса и водоника.....	24
4.17 Да ли је коришћење ННО система заиста одрживо решење за високе цене горива.....	24
4.18 Да ли уградња ННО генератора узрокује стварање рђе на мотору.....	25
4.19 Водоник као гориво.....	25
4.20 ННО гас као додатак смеси горива.....	26
4.21 Како ННО гас заправо помаже.....	27
4.22 Сагоревање и однос ваздух/гориво.....	27
4.23 Конфигурација горива.....	28
4.24 Како уградња ННО систем доприноси бољој конфигурацији смеше горива.....	29

4.25	Када се ННО гас меша са горивом и ваздухом онда водоник окружује капљице бензина.....	30
4.26	О тежњи да се примени чисти ННО гас као погонско гориво аутомобилских мотора.....	31
4.27	Ограничења за примену ННО гаса као погонског горива за аутомобилске моторе.....	31
4.28	ННО систем за аутомобил троши ННО гас у тренутку кад је произведен, тако да складиштење није потребно.....	32
4.29	Ноће ли ННО генератор функционисати у сваком аутомобилу.....	32
4.30	Колико се штеди коришћењем ННО гасне технологије.....	32
5.	ЗАКЉУЧАК.....	32
6.	ЛИТЕРАТУРА.....	34

Наслов теме завршног рада:

ННО ГЕНЕРАТОР – ПРИНЦИПИ РАДА, МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ У ВОЗИЛИМА И ПРИКАЗ РАЗВОЈА ДЕМО УРЕЂАЈА

Циљ рада

Циљ је овог рада је анализа принципа рада ННО генератора, истраживање могућности његове примене у возилима и приказ развој одговарајућег демо уређаја.

Резиме

У току израде овог рада, настојао сам да:

- уведем читаоца у материју која је предмет рада,
- довољно илустративно и прецизно опишем технолошки процес,
- прикажем примере добре праксе,
- израдим идејно решење демо ННО генератора, са свим потребним техничко-технолошким шемама,
- дам преглед активности за реализацију демо уређаја и израдим одговарајући демо уређај,
- прорачунам и измерим количине и енергетску вредност произведеног гаса у ННО генератору,
- истражим и одреди инвестициона улагања и период повраћаја инвестиције за производњу ННО генератора за потребе школских лабораторија у Србији и региону,
- изнесе одговарајуће закључке.

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

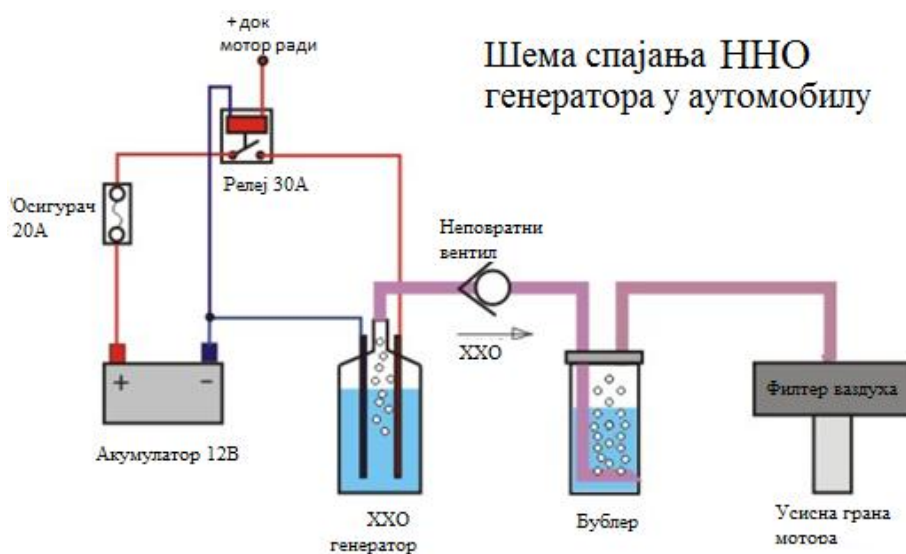
1.1 Основне напомене о водонику

Водоник је хемијски елемент који у периодном систему елемената носи симбол H, атомски (редни) број му је 1, а атомска маса му износи 1,00794 (јединица атомске масе је 1/12 масе атома изотопа угљика 12 C и износи $1,660539 \cdot 10^{-24}$ грама. Назива се још и Далтон (Da), а некада се означава и акронимом *amu* (atomic mass unit)).

Водоник нема одређен положај у периодном систему. Има један слободан електрон као алкални метали, а од њих се разликује много већом енергијом јонизације. За стабилну електронску конфигурацију недостаје му један електрон. Водоник би се могао сматрати халогеним елементом, али од њих има мању електронегативност и афинитет према електрону, па се због тога проучава посебно.

Иако га није први произвео (први га је произвео Парацелзус у 16. веку реакцијом метала и јаке киселине), водоник (лат. Нидрогениум) је дефинисао Британац Ненри Кевендиш 1766. и назвао га “запаљивим ваздухом”. Кевендиш га је добио реакцијом цинка и хлороводоничне киселине. Дефинисао је о којем се гасу ради и доказао да реакцијом водоника и кисеоника настаје вода. Због тога својства Антоине Лавоисиер га 1783. назива хидрогене, од грчког “онај који ствара воду” (грч. *υδὴρ* = вода, *γενῆς* = стваралац).

Да ли је водоник гориво будућности? По многим јесте. Тренутно постоје два технолошка решења у којима се широко распрострањени хемијски елемент може користити – кроз сагоревање у цилиндрима мотора са унутрашњим сагоревањем и кроз хемијску реакцију са кисеоником у горивим ћелијама.



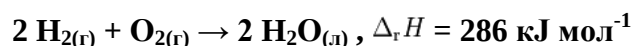
Слика 1. Шема генератора у аутомобиле

Водоник се на нашој планети не појављује у природном облику као извор енергије, али јесте носилац, јер је спојен с другим елементима. Тренутно се издваја из метана или фосилних горива. Ипак, може бити добијен из различитих извора који се не могу појединачно користити као гориво за покретање возила. Технологија за издвајање водоника је у непрестаном развоју, а кључне ствари се тичу економског аспекта, наравно, јер је неопходно свести трошкове на минимум, уз могућност производње великих количина. Главне препреке се тренутно тичу мале калоричне вредности по јединици запремине, велике масе танковања, складиштења, транспорта и пуњење водоника у возила. Инвестирање у инфраструктуру је огромно, а производња није ни изблиза довољно ефикасна.

1.2 Физичка и хемијска својства и начини добијања водоника

При стандардном притиску и температури, водоник је гас без боје, мириса и укуса, 14.4 пута лакши од ваздуха. Неотрован је и није загушљив. Слабо је растворљив у поларним, а боље у неполарним растварачима. Охлађен на температуру кључања, кондензује се у безбојну течност која је најлакша од свих течности. Даљим одвођењем топлоте скрућује се у прозирну материју хексагоналне кристалне структуре¹.

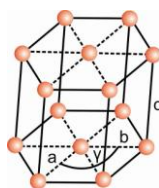
Запаљен на ваздуху при 560 ° С, гори готово невидљивим пламеном, при чему настаје вода:



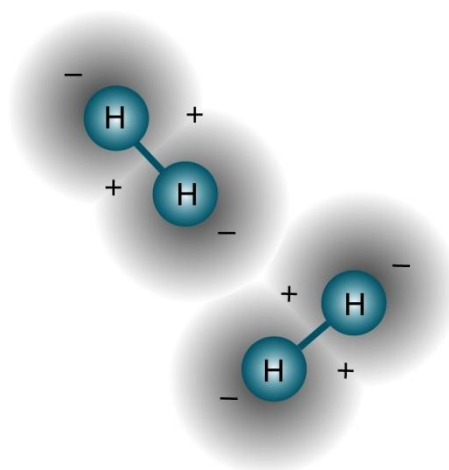
На собној температури није превише реактиван, но при вишим температурама улази у низ реакција. Отапа се у неким металима, као например у платини. При собној температури без катализатора, реагује само са флуором и ванадијумом у праху. Разлог слабој реактивности молекуларног водоника при собној температури је јака једнострука ковалентна² веза у молекулу. Та веза је најјача од свих једноструких ковалентних веза између 2 истоврсна атома. При повишеној температури спаја се и са кисеоником из многих оксида, те тако делује као редукцијско средство.

Елементарни водоник на Земљи је врло распрострањен, али у малим количинама. Присутан је у атмосфери, земном гасу, вулканским гасовима, итд. Због тога што га гравитација тешко може задржати, водоник из горњих слојева атмосфере одлази у свемир.

¹ Литература [1] википедија
a=b≠c α=β=90° γ=120°



² Литература [1] Ковалентна веза се образује између атома неметала, стварањем заједничких електронских парова. Ковалентна веза може бити поларна, неполарна и координатна (у зависности од тога атоми којих хемијских елемената ступају у везу).



Слика 2. Атоми водоника

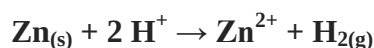
У облику једињења, има га у огромним количинама, понајвише у облику воде, која прекрива готово две трећине Земљине површине. Саставни је део многих органских једињења, киселина и раствор. По броју атома, трећи је, одмах након кисеоника и силицијума, а по масеном уделу је на десетом месту.

Чини 75% масе универзума, те је основна супстанца из које су нуклеарном фузијом настали остали елементи.

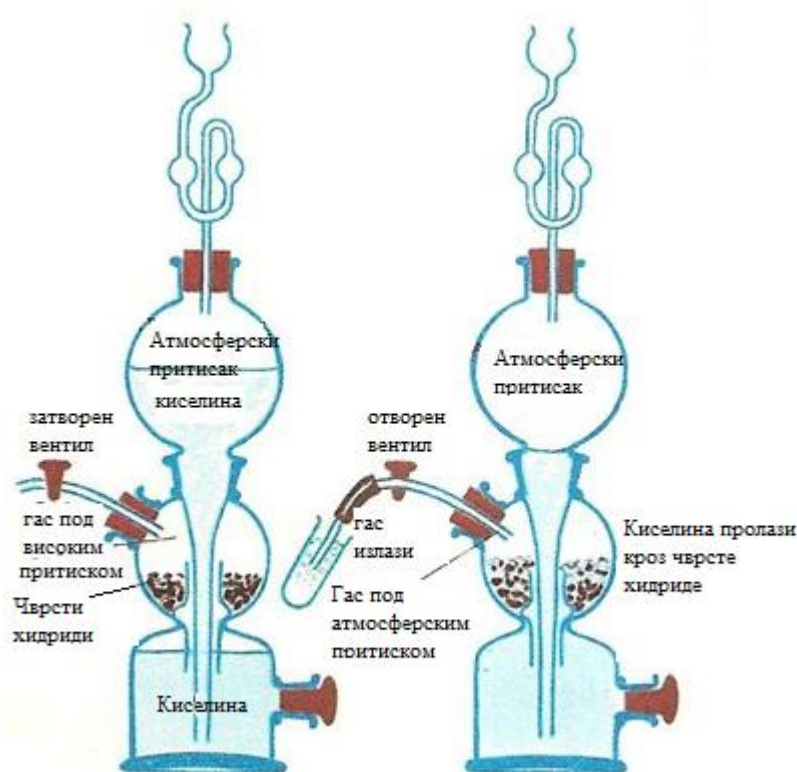
1.3 Поступци лабораторијског и индустријског добијања водоника

1.3.1 Лабораторијско добијање водоника

Најчешће се добија онако како га је први пут добио Кевендиш, тј. реакцијом цинка и хлороводоничне киселине, уместо које се често употребљава и разређена сумпорна киселина:

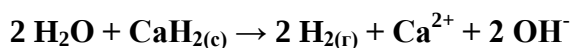


За развијање гасова у лабораторији најпогоднији је Киппов апарат, јер се реакција у њему може прекинути и на тај начин произвести само потребна количина гаса.



Слика 3. Киппов апарат за добијање водоника

Може се добити и реакцијом воде са чврстим хидридима³, као што је калцијум хидрид:



те реакцијом метала негативног редукцијског потенцијала са базама, уколико ти метали стварају хидрокси - комплексе:



1.3.2 Индустрijско добијање водоника

Индустријски се водоник, зависно од цене електричне енергије и енергената, добија на неколико начина.

³ Литература [1] википедија (<http://sr.wikipedia.org/sr/Hidrid>)

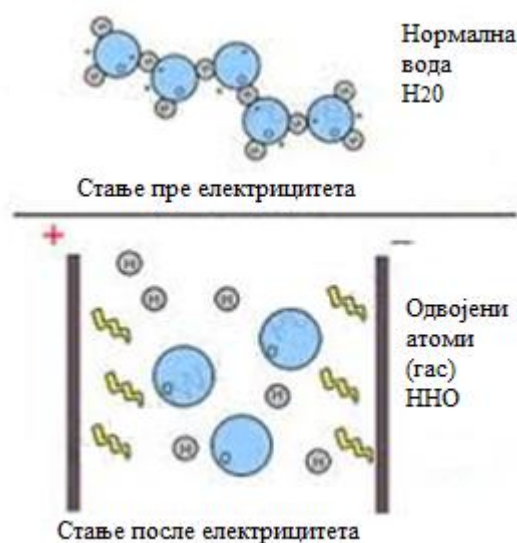
Хидриди се најчешће деле према типу хемијске везе и то на:

Јонске хидриде,

Ковалентне хидриде,

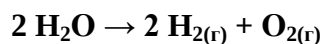
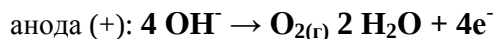
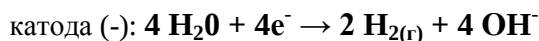
Металне или интерстицијалне хидриде, и

Интермедијалне хидриде.



Слика 4. Стање воде после пуштања електричне енергије

У земљама са јефтином електричном енергијом, водоник се добија електролизом воде, помешано алкалним хидроксидом због повећања проводљивости:



Водоник се може добијати и као нуспродукт током добијања хлора методом хлоралкалне електролизе.

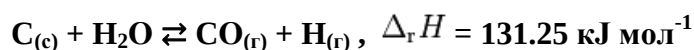
Једна од најраширенијих и најјефтинијих метода јест пиролиза угљоводоника, на пример етана:



Када је лако доступан метан, користи се његова реакција са воденом паром на 1100 °C:

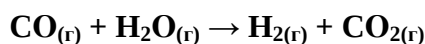


Када је лако доступан и јефтин угаљ, користи се редукција водене паре:



Добијена смеша зове се водени гас.

Угљен(II)оксид од водоника се одваја реакцијом са додатном воденом паром, при чему настаје додатна количина водоника:



Настали угљен (IV) оксид уклања се из смесе апсорпцијом у бази или испирањем водом под притиском. Лако се уклања и хлађењем течним ваздухом. Трагови неизреагираног угљениковог (II) оксида уклањају се превођењем гаса преко загрејаног натријум хидроксида при чему настаје натријум метаноат⁴.

1.4 Употреба водоника

Водоник је веома важна индустријска сировина. Користи се, између осталог, за синтезу амонијака и метанола, за производњу горива за моторна возила хидрогенацијом угљеника, нафте и катрана. Користи се и за заваривање и топљење метала, за пуњење ваздушних балона и ваздушних бродова, за редукцију металних оксида у метале, хидрогенирање уља у масти итд.

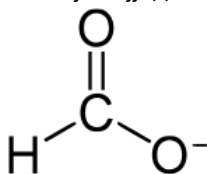
Ради се на коришћењу водоника као горива, али је ова технологија веома слабо распрострањена.



Слика 5. Индустријска употреба водоника⁵

⁴ Литература википедија ([http://sr.wikipedia.org/sr/Format_\(so\)](http://sr.wikipedia.org/sr/Format_(so)))

Формат или метаноат је јон CHOO^- или HCOO^- то је најједноставнији карбоксилатни ањон.



⁵ Литература [6]

Предности водоника као горива су:

- висока енергетска вредност,
- неограничене количине доступне у једињењима,
- сагоревањем даје хемијски чисту воду,
- цевоводима се може разводити на даљину и
- лакше се складишти и чува него електрична енергија.

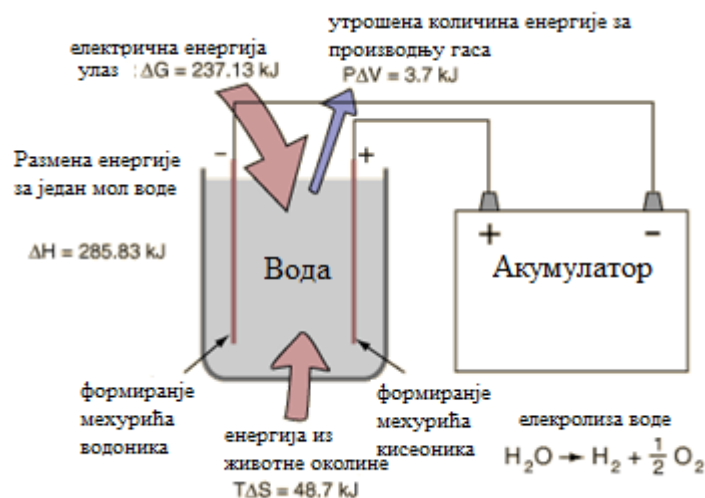
Недостаци који спречавају раширенију употребу водоника су:

- висока цена и често слаба исплативост извлачења водоника из једињења,
- обилно цурење водоника кроз резервоаре и цевоводе, због екстремно малих молекула,
- водоник дифундује у разне метале и нарушава њихову кристалну решетку чинећи их кртим и
- представља опасност за озонски слој, јер тренутно редукује озон у воду.

2. АПАРАТУРА (ГЕНЕРАТОР) ЗА ДОБИЈАЊЕ ННО ГАСА

Апаратуру (генератор) за добијање ННО гаса (слика 6.) чине следеће компоненте:

- генератор,
- резервоар (посуда) за воду,
- потенциометар,
- електроинсталација,
- црева, филтера, шелне, осигурачи и неповратни вентили и
- опционо, ОБД II микроконтролер.



Слика 6. Систем добијања водоника

3. ПРИКАЗ ПОСТУПКА ЗА ИЗРАДУ ННО ГЕНЕРАТОРА

У овом одељку биће укратко приказан поступак за израду апаратуре – генератора ННО гаса, којег сам се држао приликом израде демо уређаја.

Напомињем да је моја амбиција била приликом пријављивања овога завршног рада да не само да се бавим анализом искустава других у прављењу, уградњи и коришћењу ННО генератора за погон аутомобилских мотора, већ и да сам направим одговарајући демо модел, који би ми омогућио да обавим и одговарајућа истраживања, којима бих мога да потврдим своје идеје и да помогнем другима да се интимизују са овом проблематиком, јер Србија има мало примарних извора енергије и представља енергетски веома зависну земљу. У том циљу ја сам и направио модел ХХО генератора, чију сам градњу описао у једном од претходних одељака. Проверио сам функционисање ХХО генератора и уградио га на сопствено возило, које због тога што домаћа легислатива није обрадила ову материју нисам смео да возим јавним путевима. Вероватно због тога нисам успео да до краја, експериментом потврдим своју замисао. Али не одустајем!

3.1 Прављење “мокре ћелије”

Прво треба имати одговарајућу посуду за смештање катоде и аноде. Ја сам нашао стару посуду од водене лампе.

Посуда (слика 7.) треба да обезбеди следеће услове:

1. посуда треба да има дебеле зидове да се не би деформисала од топлоте коју ствара енергија утрошена за производњу водоничног гаса;
2. димензије посуде треба да одговарају димензијама простора предвиђеног за смештање ННО генератора;
3. опционо посуда треба да има простор за смештање електричних компоненти потребних за правилан рад генератора.



Слика 7. Посуда ННО генератора

Даље, потребно је обезбедити квалитетан материјал за прављење катоде и аноде. Најбоље услове обезбеђује бакарни материјал, али због своје реакције са водом који је негативан за производњу ННО гаса, тај материјал мора бити обложен другим материјалом тако да бакар не долази у контакт са водом.

У овом пројекту коришћене су електроде од нерђајућег челика који је познат као прохром.

Прохром који долази у облику лима кога треба најпре перфорирати а затим савити (слика 8.), тако да лепо стане у посуду и да при том нигде не додирује зидове посуде. Ова прохромска електрода не сме, такође, додиривати другу прохромску электроду која треба да се налази унутар ње, јер би у супротном дошло до кратког споја који има лош утицај на производњу ННО гаса.

Савијање лимених електрода обављао сам на стругу, као што је приказано на слици 8., и то тако што сам благо обртао главно вретено струга и полако помицао носач.



Слика 8. Метода савијања лима на стругу

Приликом убацивања лимених електрода једне у другу (слика 9.) дуж њих је постављан гумени дистанцер (подметач), који спречава додир површина катоде и аноде.



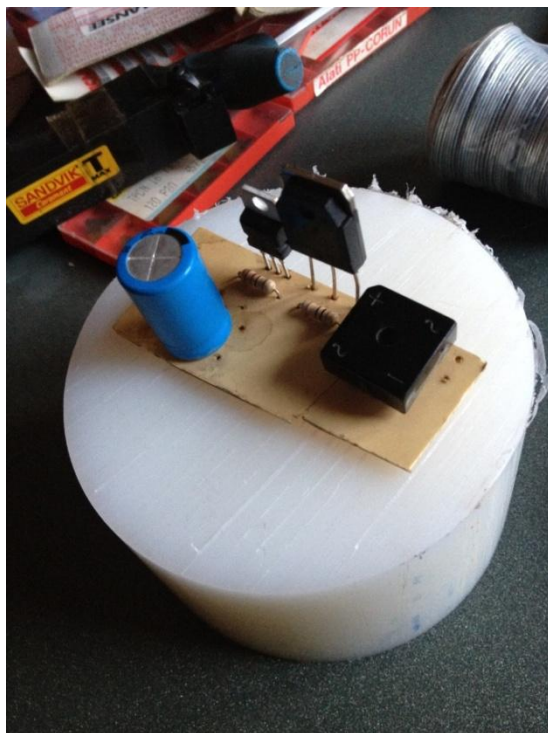
Слика 9. Позиционирање ћелије у посуду

Ћелија апаратуре је обезбеђена од цурења гуменим подметачима који уједно штите пластично дно посуде од повећања температуре. Ћелија је осигурана са три дела са навојницама, од којих две служе за пренос електричне енергије на ћелију.

На слици 9. може се видети избушене рупе на доњем делу посуде које служе за монтирање уређаја потребних за мерење и контролу електричне енергије која долази у апаратуру. Такође се може видети и термометар уграђен на дно посуде.

Уређаји који представљају саставни део апаратуре су (слике 10, 11.) :

1. амперметар (15 A),
2. волтметар (15 V),
3. термометар,
4. потенциометар и
5. регулатор напона.



Слика 10. Регулатор напона



Слика 11. Потенциометар

Потенциометар коришћен у овом експерименту је 12V, 5кΩ и монтира се на регулатору напона (слика 10.).

Регулатор напона приказан на слици 12. састоји се из:

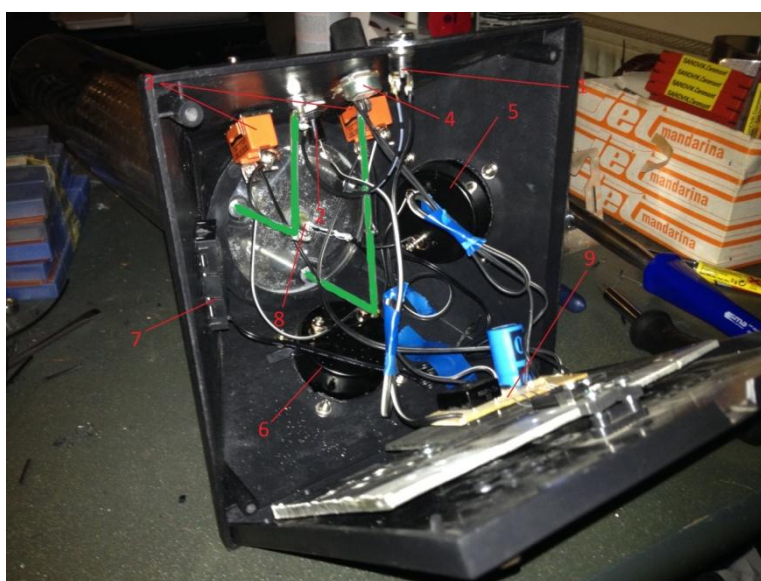
1. усмеривач електричне енергије (грец),
2. два отпорника (10Ω - толеранција 5%, 220Ω - толеранција 5%),
3. једног кондензатора(1000μF, 50V) и два транзистора(BD250S, LM317T).

На слици 12. може се видети да је регулатор напона намонтиран на алуминијумску плочицу. То је, првенствено, урађено тако да би се пренела топлота са транзистора ради његове заштите од прегревања и евентуалног техничког отказа. Транзистори причвршћени за алуминијумску плочицу имају силиконске подметаче и пасту која помаже у хлађењу.

На слици 13. приказане су везе између појединих компоненти ННО генератора, који је спреман за рад.



Слика 12. Регулатор напона - намонтиран



Слика 13. Повезан систем

Ознаке на 13, дефинишу следеће компоненте ННО генератора:

1. улаз електричне енергије,
2. осигурач (15A),
3. прекидачи,
4. потенциометар,
5. амперметар (15A),
6. волтметар (15V),
7. дигитални термометар,
8. сонда термометра и
9. регулатор напона.

Зеленом бојом је означен директан улаз електричне енергије у катоду и аноду (независно од регулатора напона). Директни улаз омогућава да се до електрода може довести електрична енергија већа од 15A, а прекидачима се спречава пролаз те јаче електричне енергије у регулатор напона који ради на јачини до 15A.

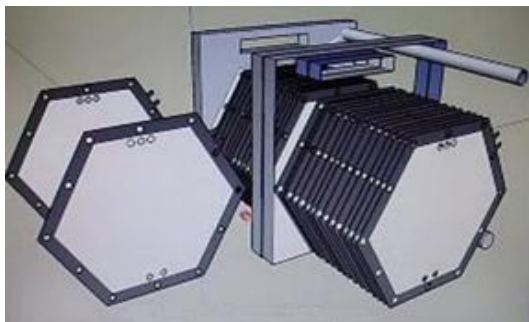
Најважније је за рад ННО генератора да катода и анода буду потопљене у воду и да кроз њих тече електрична струја, а регулација ННО генератора и производње гаса остварује се повећањем или смањењем јачине струје. Треба имати на уму да повећана јачина електричне струје доводи до бржег загревања апаратуре, што подразумева губитке електричне енергије, због великог отпора који ствара вода између електрода које су на релативно малој удаљености.

Ова ”мокра ћелија” је мање ефикасна од тзв. ”суве ћелије”, али уз њену помоћ можемо јасно демонстрирати процес електролизе у води и издвајање ННО гаса.

3.2 Поређење ”Dry cell” и ”Wet cell” апаратура (ћелија) за производњу ННО гаса

3.2.1 Сува ћелија (”Dry cell”)

Одлика ”Dry cell” је у томе што се вода налази унутар ћелије (слика 14.). То значи да вода има контакт само са унутрашњим деловима плоча, тј. налази се унутар система и не можемо је видети у процесу електролизе.



Слика 14. Сува ћелија

Навешћемо три важне карактеристике “Dru cell” ћелија:

1. У “Dru cell” ћелијама рубови плоча ННО генератора су потопљени у воду/катализатор, па велики део електричне енергије пролази кроз рубове тих плоча. Овај део електричне енергије је, углавном, изгубљен у смислу ННО производње.

То је тако зато што људи нису довољно истраживали функционисање мокре ћелије у пракси.

Кад су рубови изван воде, као и са сувом ћелијом ННО, сва електрична енергија је присиљена „тече“ само по „лицима“ плоча.

2. Ако би се користили електролити, то би довело до повећања ризика од прегоривања кола зато што би електроде биле потопљене. Уз ННО дизајн суве ћелије које су изван воде/катализатора који се налази у посебном резервоару, то помаже у производњи више ННО гаса и мање топлоте (водене паре). Међутим, због електролита који би утицао на алуминијумске делове мотора појавила би рђа. Због тога се користи “бублер” који делује као скупљач електролита који разједа метал. Бублер је посуда која се користи као заштита - ако дође до повратног паљења да спречи експлозију самог уређаја тако сто се у њему налази вода и мехурићи гаса који пролазе кроз њу.
3. Зато што је ННО сува ћелија ефикасна, не постоји много изгубљеног простора и електролита и не оптерећује много систем. Веома мала количина раствора улази у ННО суву ћелију подвргава се електролизи и ствара ННО гас, а добија се велика количина ННО гаса из суве ћелије.

ННО дизајн суве ћелије, је, дакле, карактеристичан по томе што су све плоче (слика 14.) изван електролита.

У овом тренутку сува ћелија се брзо, јефтино и лако се инсталира, при чему се остварује 20-30% уштеде на трошковима горива.

3.2.2 Мокра ћелија “wet cell”

Код мокре ћелије вода је у унутрашњости ћелије и окружује сваку ћелију у воденом резервоару (слика 15).



Слика 15. Мокра ћелија са групним електродама

Навешћемо три важне карактеристике “ wet cell ” ћелија:

1. Када су плоче ННО генератора потопљене у воду/катализатор, велики део електричне струје пролази кроз ивице плоча. У том случају ови губитци енергије, ако је изолован систем, остају у води и прави од ћелије кондензатор. Ова енергија се може користити за повећање процеса електролизе.
2. Код "wet cell" нема потребе за електролитима, пошто ћелија задржава напон у води, са ниском амперажом подстиче процес електролизе и добијање ННО гаса.
3. Ако се у резервоар са водом постави више појединачних ћелија побољшава се способност да се користи и контролише вишак енергије, односно могуће је користити већу снагу ел. енергије.

4. ВАЖНЕ НАПОМЕНЕ ВЕЗАНЕ ЗА ГРАДЊУ ННО ГЕНЕРАТОРА

У овом одељку биће изнета литературна⁵ и моја искуства везана за градњу ННО генератора.

4.1 Препоручена јачина струје у ННО генератору

Низом тестова са ННО генератором и то у две опције, утврђено је:

1. Након доведене струје јаче од 18 или 20 ампера ћелије ННО генератора почну да производе пару, а не ННО гас.
2. Када се инсталира ННО систем у возило, свака електрична струја преко 20А почеће да преоптерећује алтернатор, што умањује квалитет добијеног ННО гаса у односу на индикатор гориво-километража.

Постоји веома једноставан тест који се може да уради помоћу ННО генератора да би се проверило да ли се производи ННО гас или пара. Једноставно, треба поставити цеви које кроз које треба да истиче ННО гас коцкама леда направљеним у фрижидеру, и ако се тада формирају капљице воде (слика 16.) онда је то пара не ННО гас.

⁵ Литература (<http://autogasservis.rs>)



Слика 16. Водена пара у систему

4.2 Процес издвајања ННО гаса из воде у великој мери побољшавају електролити

Већина ННО система користи електролите на бази КОН (калијум хидроксида), иако су развијена нова, ефикаснија хемијска једињења која може да се користите као катализатор у ННО генератору⁶.

4.3 Како се ННО генератор пуни водом и колико воде је потребно за његов рад

ННО генератор има лако доступан резервоар који се лако пуни. У овај резервоар се додаје и мешавина електролита. После прве мешавине потребно је само да се повремено додаје вода.

4.4 У току рада ННО генератора потребно додавати само воду након почетног додавања електролита

КОН електролит се не троши у процесу електролизе, тако да ако се додаје још електролита, смеша постаје много концентрована и јачина електричне струје ће расти. Зато треба додавати само дестиловану воду, а не и електролит

⁶ Катализатор је хемијска супстанција која се додаје реакционом систему да би убрзала реакцију
Такође се може користити:
NaOH (Натријум хидроксид)

4.5 Где се, најчешће, инсталира ННО генератор унутар возила

ННО генератор се поставља било где у моторском простору, при чему се мора водити рачуна да то буде на нивоу који је нижи од резервоара са водом који ННО систем користи, али, по могућности, на локацији која располаже са константним протоком ваздуха који помаже ННО генератору да се хлади. Постоји могућност повезивања система на хладњак ради хлађења воде, тј. електролита (слика 17.).

ННО системи о којима причамо су системи у којима нема складиштења водоника, јер се водоник генерише кроз систем електролизе (тзв. ННО „on demand”- тј., он функционише као систем „по захтеву“).

Коришћење ових система има утицаја на смањење емисије штетних гасова из возила.



Слика 17. Позиционирање ННО генератора

4.6 Да ли је правно легална уградња ННО система у возила

Дозвола за уградњу ННО система у возила зависи од земље до земље. Неке земље омогућавају њихову уградњу, док друге имају јасна ограничења. У Републици Србији, дозвољена је њихова уградња у овлашћеним сервисима⁷.

Уопштено, одређена правила су формулисана управо тако да спречавају људе да мењају перформансе аутомобила и возила како би уштедели гориво и чували средину, чак их и приморавају на коришћење возила која расипају отпадне гасове и загађују животну средину.

⁷ Постоје много овлашћених сервиса који се баве уградњом ННО генератора у возилим једни од њих су:
<http://autogasservis.rs/>
<http://www.hho.rs/>

Важећи закони у разним државама света нису подједнако оријентисани да би заштитили животну средину од загађења.

4.7 Управљање ННО генератором у току експлоатације возила на коме је он уграђен

Сваки ННО систем се повезује на прекидач паљења. Сваки пут када се искључи мотор, ННО генератор се аутоматски искључује.

4.8 Уградња ННО система

Уградња ННО система у возило, подразумева монтажу ННО генератора, потенциометра - пулсног модулятора, осигурача, филтера релеја, неповратних вентила, резервоара за воду, прекидача, црева, и повезивање неколико каблова. Такође је препоручено инсталирање OBD II микроконтролера који је специјално пројектован и програмиран за возила која користе ННО како додатак гориву. Он прати ниво кисеоника у издувној смеси, количину ваздуха у усисној грани, температуру и друге променљиве параметре, утврђује те вредности и шаље сигнал рачунару возила за убризгавање оптималне количине горива. ННО генератор је идеално инсталирати испод хаубе, али може безбедно и ефикасно да се монтира и у пртљажник. Укупно потребно време је отприлике 30 минута до 1 сат за професионална лица. Систем се може уклонити без штете на возилу.

4.9 Шта је MAP сензор

Давач (сензор) апсолутног притиска у усисној грани (MAP – Manifold Absolute Pressure) је један од сензора (слика 18.) који се користе у електронски контролисаном мотору са унутрашњим сагоревањем.



Слика 18. Мап сензор на усису за ваздух

Мотори који користе МАР сензор су обично „injection” мотори, јер имају контролисано убризгавање горива. МАР сензор пружа могућност тренутне информације о притиску у усисној грани електронској управљачкој јединици мотора (ESU). Ово је неопходно да би управљачка јединица израчунала масу усисаног ваздуха, која је неопходна да би се израчунала неопходна маса горива коју је потребно убризгати за остваривање стехиометријске смесе ($\lambda = 1$).

4.10 Колико воде, уобичајено, користи ННО систем

ННО системи који су уграђени у возила користе релативно мало воде. Могуће је се возити више недеља без додавања воде. Саветује се да се у систем додаје дестилована вода сваких недељу или две да би се обезбедила максимална производња гаса.

Ако се вози просечно око 3.000 км месечно довољан је само 1 литар дестиловане воде⁸.

4.11 Како се одржава ННО систем

Приликом сваке интервенције на ННО генератору потребно је уверити да ли је мотор искључен и ННО генератор охлађен. За додатну безбедност, такође, требало би уклонити клеме на акумулатору. У исто време морају се проверити сва црева и електро инсталације на комплетном ННО систему ради добре конекције.

Препоручује се редовна провера нивоа воде приликом сваког пуњења, и треба га држати на нивоу око 5 цм од поклопца⁹.

4.12 Да ли убризгавање ННО штети аутомобилском мотору

У досадашњој примени ННО генератора нису примећене никакве штете на аутомобилским моторима. Напротив, ННО генератор повољно утиче на мотор јер га свакодневно чисти (слика 19.). Несагорели материјали који су се наталожили биће уклоњени, смањује се хабање и долази до повећања перформанси¹⁰.

4.13 Да ли ННО систем додатно оптерећује акумулатор

ННО систем захтева веома мало енергије за рад, јер ангажује струју јачине око 10 - 15 ампера, отприлике колико и аудио уређај. Ако би се ННО генератор користио за производњу водоника као примарног гориво, онда би ампеража требала бити већа сразмерно потребама мотора са довољном количином произведеног гаса.

⁸ Дестилована вода је без јона и нечистоћа које су присутне у изворској или из водовода.

⁹ Мисли се на посуду суве ћелије. Држати на растојању од поклопца у случају ширења воде услед загревања или кључања.

¹⁰ Мисли се на повећања перформанси мотора услед примене ННО гаса као јачег и чистијег горива.

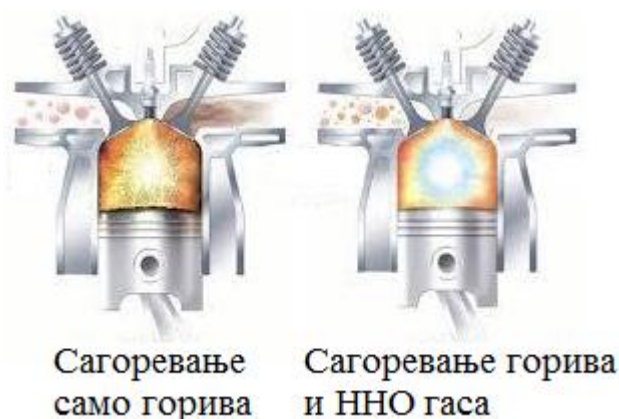
У случају коришћења ННО гаса као примарно гориво препоручено је имати два не зависна акумулатора¹¹.

4.14 Емисије штетних гасова приликом употребе ННО генератора у моторним возилима

Емисија штетних гасова је у великој мери резултат непотпуног сагоревања горива. Пошто гориво у присуству ННО гаса сагорева у потпуности, емисија штетних издувних гасова је смањена.

Резултат цепања воде у ННО генератору је стварање водене паре и кисеоника, две потпуно безопасне супстанце које могу да помогну да се заштити животна средина и смање загађења која настају употребом фосилних горива (слика 19.).

Значајно смањење емисије штетних гасова помаже да се смање штетне последице отровних загађења животне средине, као и глобално загревање.



Слика 19. Сагоревање без и са водоником¹²

4.15 Повећање перформанси аутомобилског мотора у који је уграђен ХХО генератор и промене у раду мотора

Са ННО системом већи део примарног горива ће бити потпуно искоришћен, уједначиће и побољшаће рад мотора и квалитет вожње аутомобила¹³. Готово моментално се може да се запази значајно смањење буке мотора, као и потпуније сагоревање, што помаже исправном циклусу мотора. За период од око месец дана, са виталних делова мотора (вентила, чела клипова) ће се уклонити насlage угљеника формиране услед непотпуног сагоревања горива,

¹¹ Мисли се на један акумулатор као главни за покретање возила, а други за одржавање процеса електролизе не зависног и не спојеног са главним спојен само са ћелијом која производи ННО гас.

¹² Литература [4]

¹³ Литература [4]

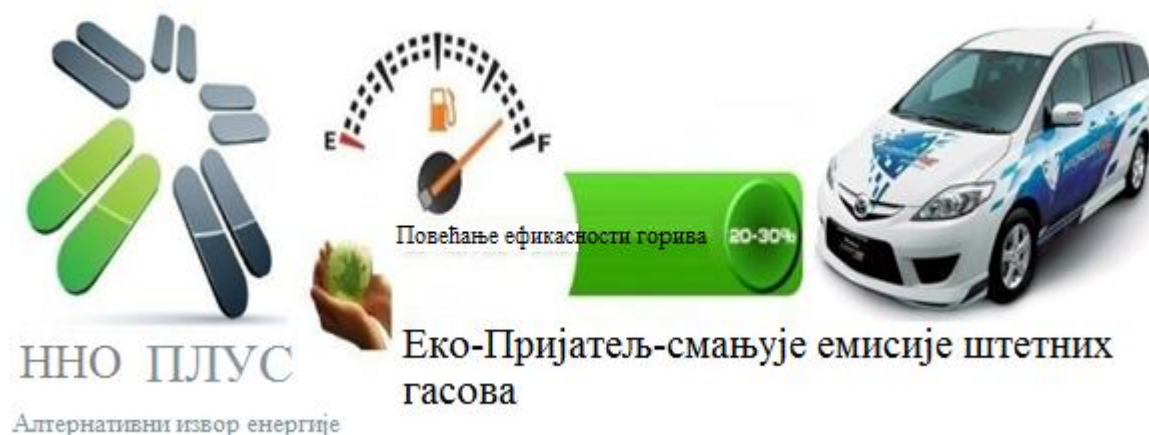
што доводи и до додатног повећања перформанси и смањења емисије штетних издувних гасова (слика 19.). Вентили и клипови ће, ослобођени ових наслага, моћи да своје кретање врше уз мање трења, чиме се значајно смањује хабање. Убрзање и снага мотора ће се повећавати, а мотор ће радити ефикасније¹⁴.

4.16 Која је разлика између ННО гаса и водоника

ННО гас садржи један део кисеоника (као и два дела водоника наравно), што га разликује од чистог водоника. ННО гас је, захваљујући присуству кисеоника у савршеној сразмери, знатно више запаљив од водоника,. Чист водоник је знатно скупљи за експлоатацију. Предност ННО гаса је јер се лако и економично може произвести.

4.17 Да ли је коришћење ННО система заиста одрживо решење за високе цене горива

Велике нафтне компаније су урадиле све што су могле да се дискредитује ова технологија током година. Оне плаћају хемичаре да истакну да употреба ННО гаса није исплатива¹⁵, с обзиром на чињеницу да је технички потребно више енергије да се подели вода у водоник и кисеоник (ННО) у односу на оно што се добија из сагоревања водоника.



Слика 20. Једна од компанија која се бави ННО технологијом¹⁶

Иако је ово истина, исто тако је чињеница да аутомобил у који је уграђен ННО генератор, константно пуни батерију преко алтернатора. Природна механичка енергија мотора је оно што заиста даје енергију ННО систему тако што стално пуни акумулатор возила. Енергија произведена сагоревањем водоника и кисеоника (хидрокси гас) у комори за сагоревање у случају примене ННО генератора, представља чисту нето добит.

¹⁴ Литература [4] autogasservis.rs

¹⁵ Литература [4] autogasservis.rs

¹⁶ Литература [8]

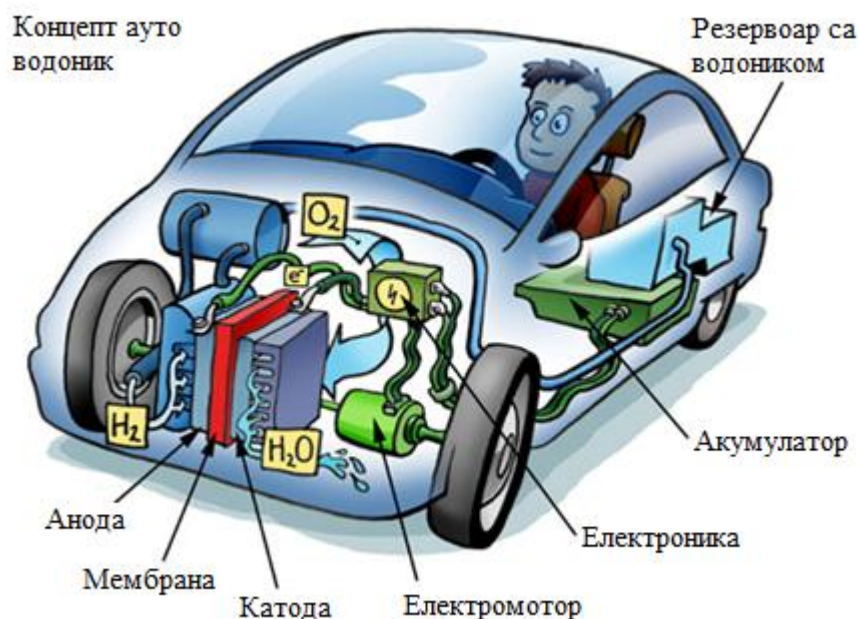
4.18 Да ли уградња ННО генератора узрокује стварање рђе на мотору

Вода природно пролази кроз гориво и мотор и ако се погледа у ауспух, док аутомобил ради, могу се видети капљице воде и паре које излазе из ауспуха као последица сагоревања горива и кондензације.

4.19 Водоник као гориво

Дуги низ година, научници и истраживачи покушавају да пронађу алтернативни извор енергије горива за аутомобилске motore. При том су утврдили да водоник може служити у ту сврху, и због тога се све више проширују и продубљују истраживања на ту тему.

У току споменутих истраживања дошло се до сазнања да се коришћењем водоника као горива може да повећати пређена километража, а истовремено смањити издаци за гориво у односу на случај коришћења бензина или дизел горива. Аутомобилске компаније у том циљу већ нуде, као врло ефикасно решење – коришћење водоника, односно ННО гаса, који се производи уградњом ННО генератора (слика 21.).



Слика 21. Пример будућег аута на водоник¹⁷

Већ смо констатовали раније да уградња ННО генератора не захтева посебне реконструктивне захтеве на мотору и унутар моторског простора.

Уградњом ННО генератора:

¹⁷ Литература [7]

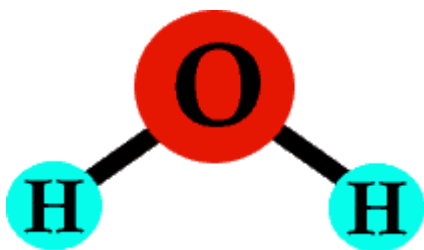
- смањују се експлоатациони трошкови у односу на случај коришћења бензина или дизел горива;
- помаже се у побољшању тренутног стања животне средине зато што тада:
 - мотор аутомобила не емитује велике количине штетних гасова и на тај начин смањујете загађење околине и што је
 - резултат сагоревања ННО у мотору је чиста водена пара.

4.20 ННО гас као додатак смеси горива

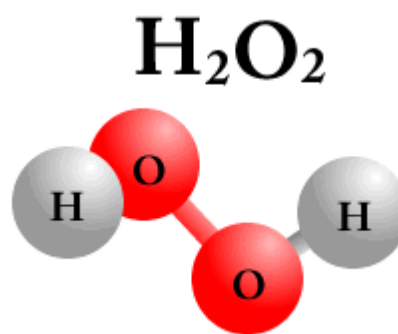
Паљење смеше у којој се налази ННО гас ослобађа се велика количина енергије и при том достижу температуре од око 2800°C (напомена: челик се топи на 1492°C), а резултат овог хемијског процеса је поново стварање воде у облику водене паре. Овај процес се познат је под називом егзотермна реакција (ослобађање топлоте).

Уколико се правилно искористи, ова ослобођена топлотна енергија ће на исти начин као мешавина горива и ваздуха у мотору аутомобила произвести користан рад – кретање клипова, с тим што ће се додатно повећати и ефикасности сагоревања.

Када водоник и кисеоник, у току сагоревања, формирају H_2O молекула (слика 22.), он постаје хемијски релативно стабилан хемијски агрегат, који не ступа лако у додатне егзотермне реакције користећи вишак кисеоника, јер је водоник већ везан за кисеоник.



Слика 22. Атоми воде (H_2O)



Слика 23. Атоми пероксида (H_2O_2)

Вода може даље да оксидира (нпр. у водоник пероксид, H_2O_2 , слика 23.), али је за реакцију потребно додатно уложити енергију (ендотермна реакција), као супротност ослобађању енергије (егзотермна реакција).

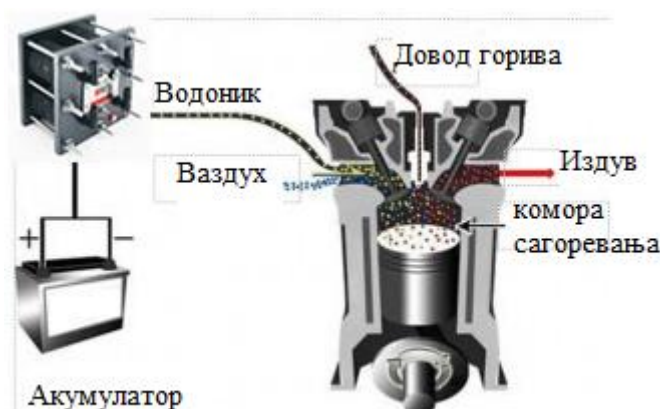
Дакле, аутомобил може да ради на мешавини бензина и ННО гаса као хибридног горива. ННО гас тада допуњује и побољшава сагоревање у мотору тако што производи много чистије издувне гасове (који су мање штетни за животну средину).

Што је већи проценат ННО којег користи мотор аутомобила за генерисање енергије, потребна је мања количина бензина (или дизела) за рад мотора. Мање бензина, значи више уштеђеног новца.

Да би аутомобил радио на чист ННО гас потребно је уградити подмазивач ради замене мазивог својства горива.

4.21 Како ННО гас заправо помаже

ННО гас примарно функционише као врло ефикасан и скоро бесплатан додатак за побољшање сагоревања горива. Он омогућује аутомобилском мотору да „извуче“ више снаге из сваког литра бензина, тако што повећава ефикасности сагоревања, што је илустровано на слици 24.



Слика 24. Сагоревање смеше ННО и горива¹⁸

4.22 Сагоревање и однос ваздух/гориво

Гориво из резервоара се (слика 24.) у виду ситних капљица, меша са кисеоником из ваздуха и распршује у усисну грану мотора и вакуумом, или уз помоћ натпритиска у случају мотора са турбопуњењем, убацује у цилиндри мотора. Клип сабија ову смесу и када свећица баци варницу (или притисак и температура достигну критичну вредност у случају дизел мотора), експлозија (сагоревање смеше горива и ваздуха) ослобађа енергију потребну за рад мотора аутомобила. Једна од променљивих која одређује колико енергије (снаге) се добија из реакције сагоревања је однос ваздух/гориво (однос бензина или дизела у ваздуху).

Превише ваздуха (или премало горива), производи сиромашну смесу горива и ваздуха. У овом случају, мотор нема довољно снаге јер не добија довољно горива за сагоревање. Превише горива (или премало ваздуха) производи ”богату” смесу. Овај однос је посебно битан код бензинских мотора, који раде на веома уском интервалу односа гориво – ваздух.

¹⁸ Литература [5]

У екстремним условима то, такође, може да изазове губитак снаге, јер не постоји довољно кисеоника у цилиндру за сагоревање довољно капљица горива, да се одржи корисна реакција (генерисање снаге).

Енергетски богата стања, стварају услове за вишак горива и као резултат имамо отпад горива, јер се несагореле капљице избацују са издувним гасовима (тзв. несагорели угљоводоници). Произвођачи аутомобила су још одавно подесили однос ваздух/гориво са циљем остваривања оптималне смеше горива и ваздуха, али тако да овај однос више нагиње на страну богату енергијом, да би се прилагодили флукуацијама у атмосферском притиску и самим тим уделу кисеоника у ваздуху, тј. односу квалитет/квантитет у погледу неких параметара (нпр. температура, садржај влаге, итд.).

То помаже да мотор одржава миран и стабилан рад у свим режимима рада (вожње аутомобила). Међутим, капљице које нису сагореле, као резултат богате смеше гориво/ваздух, до данашњег дана, се практично неискоришћене избацују као издувни гасови (у 1970 је ЕРА, ужаснута овом праксом и утицајем на животну средину, мандатирала контролу емисија из ауспуха – катализаторе, да заврше сагоревање несагорелих материја, односно отпадних материја гаса). То значи, да данас, мотор аутомобила баца велике количине горива, као заштиту од губитка моћи, услед промене услова, као и начина вожње.

4.23 Конфигурација горива

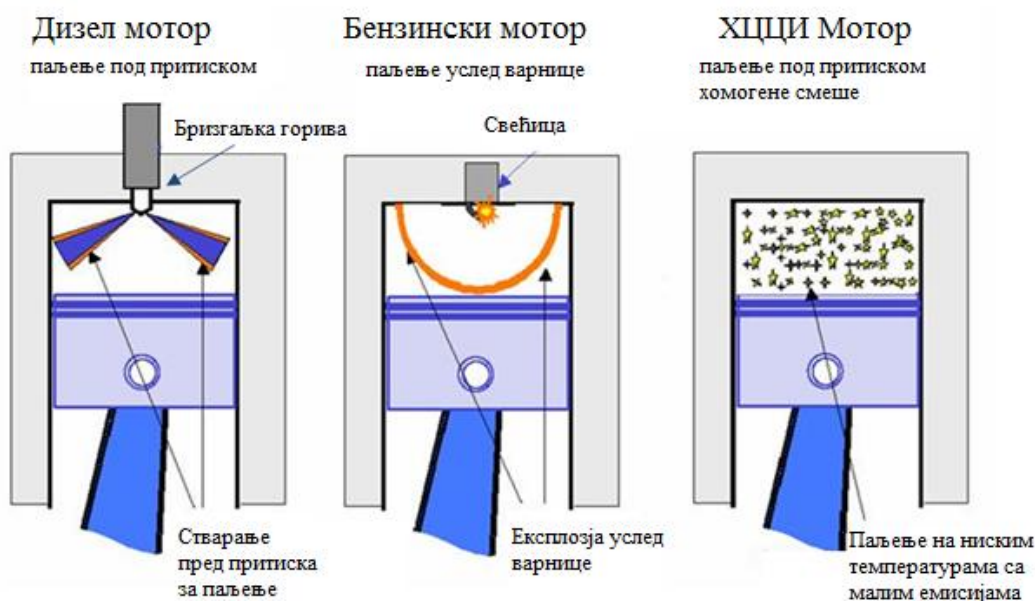
Друга променљива која утиче на ефикасност сагоревања је облик у коме гориво улази у цилиндар (слика 25.). На пример, гориво распршено у ситније капљице, лакше се меша са ваздухом, што за резултат има брже и потпуније сагоревање. Свака капљица бензина се запали услед топлоте коју генерише суседна капљица (принцип сагоревања дизел горива је нешто другачији). Ово подржава реакцију док год је присутан кисеоник.



Слика 25. Илустровани приказ сагоревања смеше у цилиндру¹⁹

¹⁹ Литература [5]

Међутим, то је односи само на површину капљице која гори, зато што је та површина у контакту са кисеоником у цилиндру. Бензин у унутрашњости капљице мора да сачека реакцију да дође до њега (као угаљ брикет који сагорева споља). У међувремену, путујући са стране капљице (где има кисеоника), реакција греје и пали суседне капљице, распростирући пламен испред (слика 26). Капљице могу, или не могу, у потпуности да сагоре, у зависности од тога које су величине. Већим капљицама је потребно више времена да сагоре. Поред тога, ово смањује брзину фронта пламена, јер је потребно дуже време за реакцију на топлоту суседне капљице до њихове тачке паљења (одложена пропација паљења). Ево једног мало познатог примера за бољу илустрацију (слика 26.).



Слика 26. Паљења смеше у цилиндру зависно од врсте мотора

Ситуација са сагоревањем бензинских капљица може се илустровати уз помоћ аналогијом са сагоревањем угља. Тако, на пример, сагоревање великих капи бензина може се упоредити са сагоревањем малих комада угља у ватри и релативно дугим временом за њихово паљење и сагоревање. Сагоревање малих капи бензина може се илустровати са сагоревањем угља фино самлевоног угља, који брже и потпуније сагорева јер има већу површину сагоревања у односу на масу. У овом другом случај кретање фронта пламена кроз прах је правилнији и бржи, јер је свака честица угља изложена кисеонику и сагоревање се врши у тзв. флуидизованом стању.

4.24 Како уградња ННО систем доприноси бољој конфигурацији смеше горива

ННО гас је изузетно ефикасан у смислу конфигурације горива. Као мешавина гаса, то су водоник и кисеоник који постоје као два мала независна атома по јединици запаљивости (двоатомског молекула H_2 , O_2). Поређења ради, капљица бензина је монструозно велика (хиљаде великих молекула угљоводоника) у односу на молекул ННО гаса. Ова двоатомска

конфигурација ННО резултира изузетно ефикасним сагоревањем, јер H_2 и O_2 молекули интер-реагују директно, без одлагања ширења услед паљења по површини захваљујући кратком времену путовања реакције.

За разлику од бензин/ваздух мешавине горива, нема великих капи које сагоревају са једне стране на другу, што успорава паљење фронта пламена. ННО конфигурација паљена је непосредна и директна (атом по атом).

4.25 Када се ННО гас меша са горивом и ваздухом онда водоник окружује капљице бензина

Паљењем гориве смеше у којој се налази ННО гас, фронтални пламен се креће кроз цилиндар мотора са много већом брзином него у обичним смешама горива и ваздуха за сагоревање (слика 27.).

Топлота и притисак таласа ННО гаса разбија ионако ситне капљице бензина у још мање, стварајући, практично бензинску маглу излажући тако гориво из унутрашњости појединих капљица кисеонику и реакцији сагоревања.

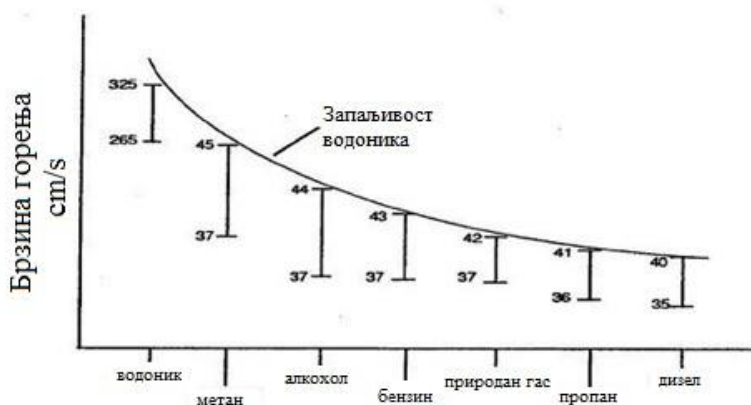


График запаљивости

Слика 27. График запаљивости²⁰

На овај начин се ефективно обогаћује смеша ваздух/гориво, јер је сада више горива изложено сагоревању. Истовремено, ННО пламен додатно утиче на сагоревање уситњених капљица горива, тиме ослобађајући већи део своје енергије (на принципијелно исти начин на који угаљ у виду праху ослобађа своју енергију брже него тај исти угаљ као један велики комад).

Због тога што ННО гас има веома високу брзину сагоревања, врши и паљење смеше ваздуха и додатно „уситњених“ капи горива. Такво бурно сагоревање горива манифестује се

²⁰ Literatura [6]

већим притиском на клип мотора у краћем временском интервалу, па производи већу механичку снагу.

Што је најважније, реакција сагоревања црпи снагу из горива чији би део иначе био избачен са издувним гасовима. Тачније, фрагментација капљица прави више горива доступног за сагоревање и конверзију у енергију.

Зато ННО систем повећава пређену километражу присиљавајући мотор да сагори гориво ефикасније и потпуније, пружајући више рада од сваког литра горива.

4.26 О тежњи да се примени чисти ННО гас као погонско гориво аутомобилских мотора

Из свега напред изложеног ННО гас је моћан додаток класичним горивима (бензину или дизелу). Неки истраживачи траже начине да произведу ауто који троши 100% само ННО гас који производи сопствени ННО генератор јер би то било, као што је то раније речено, веома добро за околину, а веома лоше за нафтне компаније. Тај проналазак би представљао велики помак у глобалној економији, јер би погонско гориво постало доступно свима.

4.27 Ограничења за примену ННО гаса као погонског горива за аутомобилске моторе

Примена технологије електролизе у аутомобилској индустрији се још увек налази у фази сазревања и можда никада неће бити спремна за инфраструктурно коришћење јер би у том случају било неопходно изградити системе за складиштење, као што је то случај са бензинским пумпама, односно обезбедити квалитетно и поуздано компримовање ННО гаса. Сабијање и складиштење водоника (посебно ННО у било ком облику), ИЗУЗЕТНО ОПАСНО и не препоручује се да се то ради, посебно не у кући. Јер ННО гас је, по својој природи, нестабилан и тежак за складиштење (H_2 молекула је толико мали да заправо може да мигрира кроз зидове металних контејнера) и има предиспозицију за експлозивно сагоревање због компоненти кисеоника. Када се молекула ННО гаса формира, он чини основу за савршено уравнотежену (и насилну) егзотермну реакцију. Све што је потребно је довољан ниво температуре и притиска. Било који извор топлотне енергије који ННО гас доводи до температуре паљења ће урадити овај посао јер се гасови греју кад су компримовани. Компресија има ефекат смањења температуре самозапаљења. Поред тога, присуство кисеоника додатно снижава праг реакције. Компримовање ННО гаса је слично покушају да се успешно направи нитро глицерин у судопери. Има превише променљивих које је потребно контролисати. Било која грешка (погрешна температура или случајна варница) може имати кобне последице.

Зато се не препоручује компримовање и/или складиштење ННО гаса.

4.28 ННО систем за аутомобил троши ННО гас у тренутку кад је произведен, тако да складиштење није потребно

Најважнији проблем и ограничавајући фактор за моторе који би у потпуности радили на ННО гас односи се на укупну ефикасност и разумевање тог ефекта. Тренутни методи електролизе су неефикасни (степен ефикасности се креће у границама 25 - 50%). Поред тога, укупна ефикасност система, дефинише се као однос произведене механичке снаге, према снази потребној за генерисање ННО гаса, и он је знатно мањи од 100%. Међутим, као додаток класичном гориву, ННО гас има извесну будућност.

4.29 Ноће ли ННО генератор функционисати у сваком аутомобилу

Ако погонски мотор аутомобила користити бензин или дизел гориво онда сва досадашња искуства показују да је ННО гас могуће користити у сваком аутомобилу²¹. Све што је потребно је акумулатор и ННО систем генератор.

4.30 Колико се штеди коришћењем ННО гасне технологије

Неко ко је то већ уградио овај систем на свој аутомобил може најбоље рећи из властитог искуства.

Применом овакве технологије на различитим возилима остварују се уштеде на потрошњи горива у распону од 15 до 40%²².

Ја сам покушао у оквиру израде овог завршног рада и покушаваћу и даље да направим ћелију са уштедом блиској **100%**.

6. ЗАКЉУЧАК

Постоји неколико заблуда и много дискусија око ове теме, а људи су једноставно погрешно информисани. Главни проблем је проблем образовања и терминологије. Начин на који се вода може користити као додатно гориво мотора (у виду ННО гаса) је једноставно врло лоше презентован популацији у целини. Описан од стране неких као начин да аутомобили "раде на воду", или "сагоревају воду уместо гаса" јесте главни узрок да већина

²¹ Литература [4] autogasservis.rs

²² Литература [4] autogasservis.rs

људи инстинктивно види такве тврдње са оправданим скептицизмом. Као што је до сада речено, оно што стиже у комору за сагоревање није вода, то је ННО гас.

Многи су и данас, након многих успешних покушаја, сумњичави у погледу чињенице да је ННО гас ефикасан додаток гориву. За њих је сама идеја да нешто што потиче из воде може да се користи на овај начин тешко замислива. Зашто? То може бити зато што они пате од једне врсте културне, историјске и образовне (или недостатка исте) хипнозе. За време прошлог века наш главни извор енергије (посебно за превоз) су фосилна горива (нафте, угља, итд.). Лако се да видети да је бензин запаљив (као и већина фосилних горива), било да је у течном стању или ваздух/гориво смеси. Он је изразито и лако реактиван када је изложен и најмањој варници. Са водом није тако. Ако подесите ацетилен бакљу на воду, највише што ће учинити је кључање и конвертовање у пару, па, једноставно, неким нема смисла да вода може имати важну улогу у преношењу корисне енергије на аутомобилски мотор.

Напомињем да је моја амбиција била приликом пријављивања овога завршног рада да не само да се бавим анализом искустава других у прављењу, уградњи и коришћењу ННО генератора за погон аутомобилских мотора, већ и да сам направим одговарајући демо модел (слика 28.), који би ми омогућио да обавим и одговарајућа истраживања, којима бих мога да потврдим своје идеје и да помогнем другима да се интимизују са овом проблематиком, јер Србија има мало примарних извора енергије и представља енергетски веома зависну земљу. У том циљу ја сам и направио модел ХХО генератора, чију сам градњу описао у једном од претходних одељака. Проверио сам функционисање ХХО генератора и пробао га на сопственом возилу, које због тога што домаћа легислатива није обрадила ову материју нисам смео да возим јавним путевима. Такође сам пробао да покренем мотор на 100% ХХО гас, али због прејаке ампераже и велике количине водене паре која се ствара услед тога нисам успео да до краја, експериментом потврдим своју замисао. Али не одустајем!



Слика 28. Покушај стартовања на 100% ХХО гас (један од мојих експеримената)

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] sr.wikipedia.org/sr/Водоник
- [2] <http://sr.wikipedia.org/sr/Hidrid>
- [3] hr.wikipedia.org/wiki/Vodik
- [4] autogasservis.rs
- [5] <http://www.hho.rs/>
- [6] <http://www.respectourplanet.com/hybrid-vessels.aspx>
- [7] <http://phillihp.com/2014/03/12/hydrogen-vehicles-as-soon-as-spring-2014/>
- [8] <http://pile-a-hydrogene.e-monsite.com/pages/dfgdf/le-moteur-hybride-hho.html>
- [9] <http://danieldonatelli.wix.com/hho-hydrogen-meyer#!hho-dry-cell-vs--wet-cell-or-compared-/c24af>
- [10] "youtube" како се прави ћелија