

Damir Butković, Zlatko Posavec, Feđa Holub

ISSN 0350-350X

GOMABN 40, 2, 79-91

Stručni rad / Professional paper

UDK 621.434.019.7-331 : 665.733.5.038.2 : 620.16

OCJENA UČINKOVITOSTI VIŠENAMJENSKIH ADITIVA ZA MOTORNE BENZINE

Sažetak

Brojni stručni radovi dokazuju negativan utjecaj taloga nakupljenih na kritičnim mjestima u motoru. Tako je poznato da talozi u motoru povećavaju oktanski zahtjev motora, emisiju štetnih ispušnih plinova i potrošnju goriva. Kao posljedica problema nastalih uslijed nakupljanja taloga u motorima proizišla je i preporuka Udruženja europskih konstruktora automobila (ACEA) koja zahtijeva minimalnu ocjenu 9 čistoće usisnih ventila.

Uporabom višenamjenskih aditiva sklonost motornih goriva formiranju taloga u motorima kontrolira se više ili manje uspješno. Zato pravilan izbor višenamjenskih aditiva predstavlja preduvjet konkurentnosti motornog benzina.

Prikazani su rezultati ispitivanja učinkovitosti višenamjenskih aditiva različitih proizvođača s osvrtom na problem odabira optimalnog aditiva.

1. UVOD

Stalni razvoj automobilskih motora kao posljedica brige o zaštiti okoliša i zadovoljenja zahtjeva tržišta za povećanjem pogonske sposobnosti i ekonomičnosti motornih vozila donosi i nove zahtjeve pred proizvođače goriva. Osnovne značajke novih automobilskih motora su sofisticirani sustavi pripreme i kontrole izgaranja gorive smjese, koji pokazuju veliku osjetljivost na nečistoće nataložene u usisnim sustavima motora i komorama za izgaranje. Kao posljedica ovih problema proizišla je preporuka Udruženja europskih konstruktora automobila (ACEA) koja od proizvođača goriva zahtijeva gorivo

spodobno da kontrolira nastajanje taloga u motoru. Odgovor proizvođača goriva na aktualne zahtjeve očituje se u povećanju udjela aditiviranih goriva na tržištu. U uvjetima stalnog razvoja novih višenamjenskih aditiva i povećane potražnje za gorivima sposobnim da kontroliraju nastajanje taloga u motoru, bitan čimbenik konkurentnosti postaje pravilan odabir paketa aditiva.

2. ISPITIVANJE

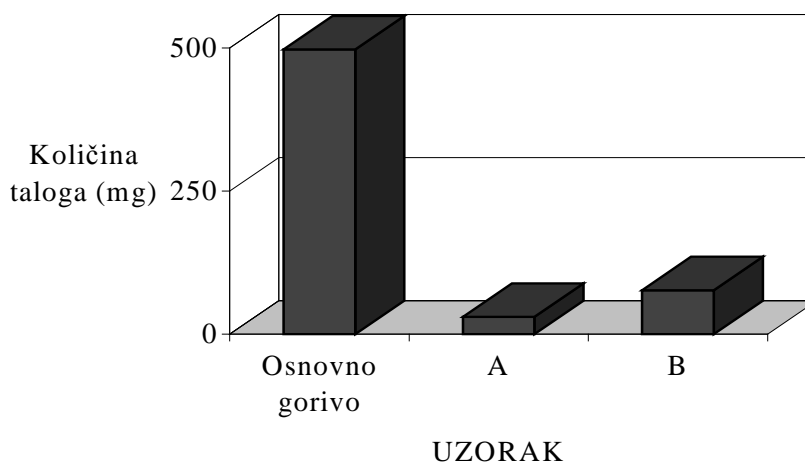
Višenamjenski aditivi za motorne benzine osim svoje osnovne funkcije održavanja čistoće usisnih sustava motora imaju i sposobnost čišćenja već postojećih taloga. Stoga je njihova učinkovitost ispitivana na dva načina. Prvo je ispitivana sposobnost višenamjenskih aditiva da održavaju čistoću usisnih ventila, a zatim je kontrolirana i njihova sposobnost da uklanjaju već postojeće taloge na usisnim ventilima.

2.1. Ispitni postupak

U Rafineriji nafte Sisak već nekoliko godina se prati razvoj i učinkovitost višenamjenskih aditiva. U tu svrhu koristi se interni ispitni postupak FIAT 128A koji predstavlja modificirani CEC postupak Opel Kadet (CEC F-04-A-87).

Slika 1: Prosječne mase taloga na usisnim ventilima

Figure 1: Average deposit mass on intake valves



Količina taloga = Deposit volume

Osnovno gorivo = Base fuel

UZORAK = SAMPLE

2.2. Ispitni uzorci

U svrhu provedbe ispitivanja učinkovitosti dva višenamjenska aditiva različitih proizvođača pripremljena su tri ispitna uzorka. Ispitne uzorke su činili osnovno gorivo i dvije smjese osnovnog goriva i višenamjenskog aditiva. Kao osnovno gorivo korišten je komercijalni bezolovni motorni benzin 95, a pri odabiru koncentracija višenamjenskih aditiva poštovane su preporuke proizvođača.

3. REZULTATI ISPITIVANJA

3.1. Ispitivanje sposobnosti održavanja čistoće usisnih ventila

Nakon provedenih ispitivanja, razina onečišćenja usisnih ventila ocjenjena je na dva načina. Prvi postupak ocjenjivanja je precizno vaganje nakupljenih nečistoća. Iz dijagrama u kojem su prikazane prosječne mase taloga na usisnim ventilima vidi se visoka učinkovitost ispitanih aditiva u održavanju čistoće usisnih ventila (slika 1). Smanjenje količine taloga na usisnim ventilima ostvareno aditiviranjem kreće se od 85 do 95%.

2.1. Ispitni postupak

U Rafineriji nafte Sisak već nekoliko godina se prati razvoj i učinkovitost višenamjenskih aditiva. U tu svrhu koristi se interni ispitni postupak FIAT 128A koji predstavlja modificirani CEC-ov postupak Opel kadet (F-04-A-87).

2.2. Ispitni uzorci

U svrhu provedbe ispitivanja učinkovitosti dva višenamjenska aditiva različitih proizvođača pripremljena su tri ispitna uzorka. Ispitne uzorke su činili osnovno gorivo i dvije smjese osnovnog goriva i višenamjenskog aditiva. Kao osnovno gorivo korišten je komercijalni bezolovni motorni benzin 95, a pri odabiru koncentracija višenamjenskih aditiva poštovane su preporuke proizvođača.

3. REZULTATI ISPITIVANJA

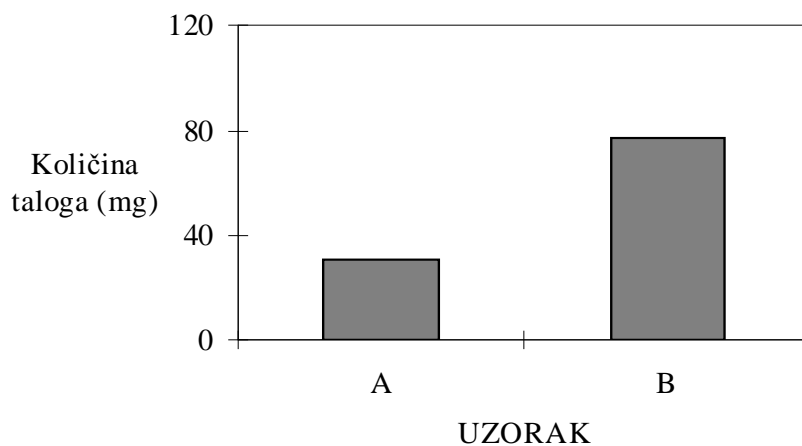
3.1. Ispitivanje sposobnosti održavanja čistoće usisnih ventila

Nakon provedenih ispitivanja, razina onečišćenja usisnih ventila ocjenjena je na dva načina. Prvi postupak ocjenjivanja je precizno vaganje nakupljenih nečistoća. Iz dijagrama u kojem su prikazane prosječne mase taloga na usisnim ventilima vidi se visoka učinkovitost ispitanih aditiva u održavanju

čistoće usisnih ventila (slika 1). Smanjenje količine taloga na usisnim ventilima ostvareno aditiviranjem kreće se od 85 do 95%.

Usporedni prikaz učinkovitosti ispitanih aditiva pokazuje različitu sposobnost održavanja čistoće usisnih ventila (slika 2). Ovakve razlike mogu biti uzrokovane ponovljivošću metode i nemogućnošću odabira potpuno ravnopravnih koncentracija namješavanja. Stoga je prilikom davanja konačnog suda o učinkovitosti pojedinog aditiva potrebno i o tome voditi računa.

Slika 2: Učinkovitost višenamjenskih aditiva
Figure 2: Efficiency of multipurpose additives



Količina taloga = Deposit volume

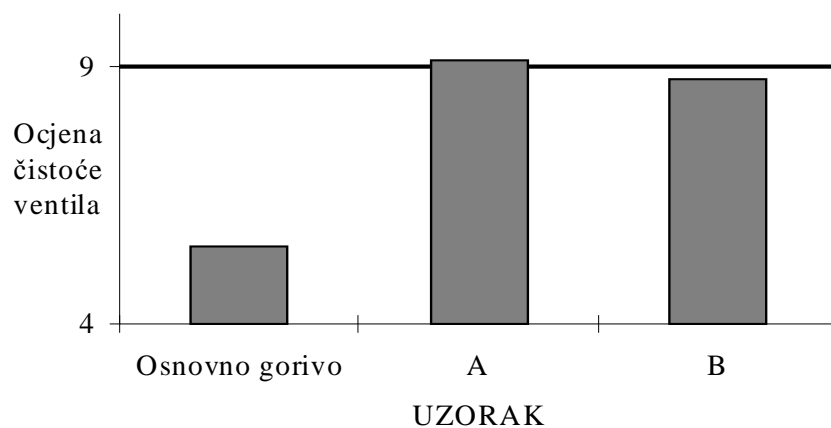
UZORAK = SAMPLE

Rezultati vizualnog ocjenjivanja ventila pokazuju manje razlike u učinkovitosti ispitanih višenamjenskih aditiva (slika 3). Postupak vizualnog ocjenjivanja sastoji se u usporedbi taloga na površini ventila sa stupnjevanim referentnim fotografijama. Pri ovom načinu ocjenjivanja ocjena 10 predstavlja potpuno čist ventil.

Preporuka Udruženja europskih konstruktora automobila (ACEA) zahtijeva minimalnu ocjenu 9 čistoće usisnih ventila. Neaktivirano gorivo je daleko ispod tog zahtjeva, kojeg je nemoguće zadovoljiti minimiziranjem komponenata benzinskih smjesa koje doprinose taloženju nečistoća na usisnim ventilima. Na slici 4 prikazane su fotografije usisnih ventila nakon ispitivanja aditiviranim i neaktiviranim gorivom, gdje je ventil nakon ispitivanja neaktiviranim gorivom

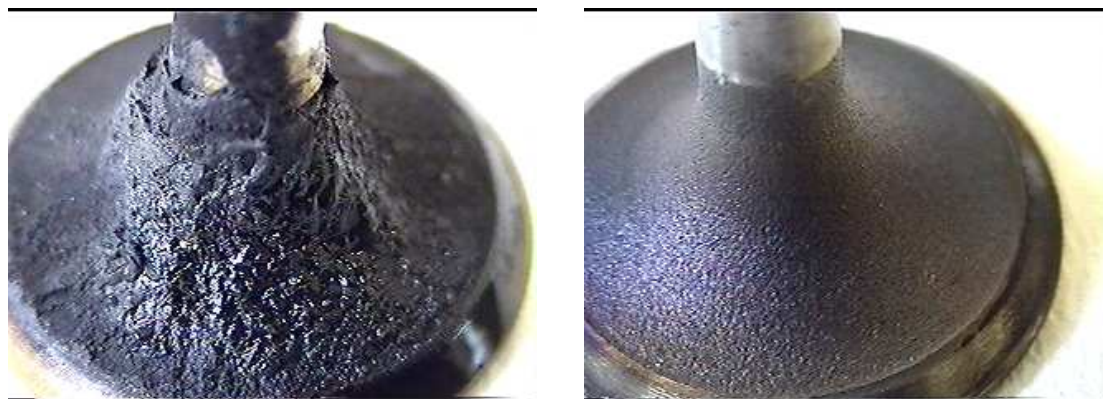
ocijenjen ocjenom 5.5, dok je ventil nakon ispitivanja aditiviranim gorivom ocijenjen ocjenom 9.

Slika 3: Vizualno ocjenjivanje usisnih ventila
Figure 3: The intake valves' visual inspection



Valve cleanliness grade Osnovno gorivo = Base fuel UZORAK = SAMPLE

Slika 4: Talози na usisnom ventilu
Figure 4: Deposits on the intake valve



Osnovno gorivo = Base fuel

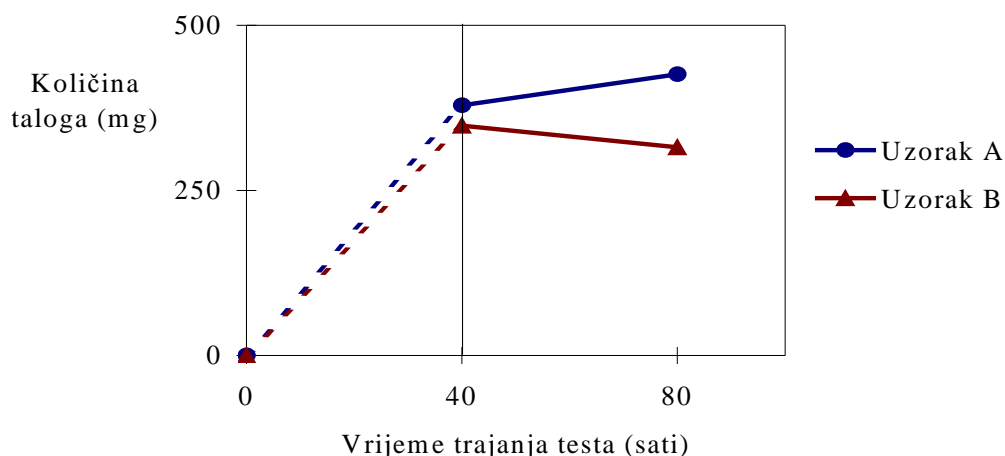
Uzorak A = Sample

3.2. Ispitivanje sposobnosti uklanjanja već postojećih taloga na usisnim ventilima

S ciljem dobivanja cjelovite slike o učinkovitosti višenamjenskih aditiva provedena su i ispitivanja njihove sposobnosti da uklanjaju već postojeće taloge na usisnim ventilima. U tu svrhu također je korišten interni ispitni postupak FIAT 128A. Ispitivanje se provodi tako da motor radi 40 sati s osnovnim gorivom nakon čega se usisni ventili ocjenjuju i s nedirnutim talozima ponovno ugrađuju u motor. Ispitni postupak se ponavlja uz korištenje istog goriva ali s dodanim višenamjenskim aditivom. Nakon završetka drugih 40 sati ventili se ponovno ocjenjuju.

Slika 5: Učinkovitost uklanjanja već postojećih taloga na usisnim ventilima

Figure 5: Efficiency in removing the already existing deposits on intake valves



Deposit volume (mg)	Sample A	Sample B	Test duration (hrs)
0	0	0	0
~380	~350	~320	40
~420	~320		80

Prikazani rezultati provedenih ispitivanja pokazuju značajne razlike u sposobnosti ispitanih aditiva da uklanjaju već postojeće taloge na usisnim ventilima (slika 5).

4. PROBLEMI UPORABE VIŠENAMJENSKIH ADITIVA

Uporabom višenamjenskih aditiva, kontrolora taloga u usisnim sustavima motora, moguća je pojava sljedećih nepoželjnih učinaka:

1. povećanje taloga u komori za izgaranje
2. zaglavljivanje usisnih ventila
3. crni mulj

Tijekom provedenih ispitivanja učinkovitosti višenamjenskih aditiva praćen je njihov utjecaj na taloge u komori za izgaranje kao jedne od najučestalijih neželjenih pojava uporabe aditiva. Budući da za sada još nema široko usvojenog ispitnog postupka kojim bi se mogao razlučiti utjecaj goriva i aditiva na stvaranje taloga u komori za izgaranje, utjecaj aditiva na taloge u komori za izgaranje pokušalo se procijeniti vizualnim putem.

Ispitivanja su pokazala da se razina taloga u komori za izgaranje uporabom aditiva povećava, te ovisi i o korištenom višenamjenskom aditivu (slika 6). Iz fotografija je vidljiva velika sličnost taloga nastalih uporabom osnovnog goriva i uzorka B, što ukazuje na manji utjecaj višenamjenskog aditiva korištenog u uzorku B na stvaranje taloga u komori za izgaranje od aditiva korištenog u uzorku A.

Slika 6: Talози u komori za izgaranje

Figure 6: Deposits in the combustion chamber

Osnovno gorivo



Uzorak A



Uzorak B



Base fuel

Sample A

Sample B

Praćenjem razvoja novih generacija višenamjenskih aditiva uočeni su određeni pomaci prema smanjenju utjecaja aditiva na taloge u komori za izgaranje.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata ispitivanja i uočenih pojava moguće je naglasiti sljedeće zaključke:

- Uporabom višenamjenskih aditiva moguće je uz neznatna sredstva zadovoljiti zahtjeve tržišta za gorivima sposobnim da kontroliraju taloge u motoru.
- Gotovo svi višenamjenski aditivi pokazuju vrlo visoku učinkovitost održavanja čistoće usisnih ventila, ali su uočene razlike u pogledu štetnih utjecaja na taloge u komori za izgaranje i sposobnosti čišćenja već postojećih taloga na usisnim ventilima.
- S ciljem dobivanja cjelovite slike o učinkovitosti višenamjenskih aditiva, koja bi omogućila pravilan odabir optimalnog paketa aditiva, potrebno je provoditi niz različitih ispitnih postupaka.

EVALUATING THE EFFICIENCY OF MULTIPURPOSE ADDITIVES FOR MOTOR GASOLINES

Abstract

A number of reports prove a negative influence of deposits accumulated on critical sites in an engine. It is known that deposits in engines increase octane requirement, emission of harmful exhaust gases, and fuel consumption. As a consequence of problems caused by deposits in engines, the ACEA issued a recommendation which requires 9 as a minimum rating for the cleanness of intake valves.

By using multipurpose additives the tendency of fuels to form deposits in engines is controlled more or less successfully. Thus, the proper selection of multipurpose additives is a prerequisite for competitiveness of motor gasoline.

The paper presents the results of efficiency tests of multipurpose additives made by regard of the issue of optimum additive selection.

1. INTRODUCTION

Permanent development of automotive engines as a result of environmental protection concerns and the meeting of market requirements for the increase of drive ability and cost effectiveness of motor vehicles has faced fuel manufacturers with new requirements. The basic properties of new automotive engines are sophisticated fuel blend preparation and combustion control systems, showing a considerable susceptibility towards impurities deposited in the engine's intake systems and its combustion chamber. Resulting from these problems is the Recommendation of the European Automobile Designers Association (ACEA), requiring from the fuel manufacturers a fuel capable of controlling deposit generation in the engine. The fuel manufacturers' response to the present requirements consists in the increase of the additive-containing fuels' market share. Under conditions of a permanent development of new multipurpose additives and increased demand for fuels capable of controlling deposit generation in the engine, the right selection of the additive package becomes an important factor of competitiveness.

2. TESTING

Apart from their basic function of maintaining the cleanliness of the engine's intake systems, multipurpose motor gasoline additives also have the ability to clean the already existing deposits. That is why their efficiency has been tested in two ways. First the ability of multipurpose additives to maintain the cleanliness of the intake valves was tested, and then also their ability to remove the already existing deposits on intake valves was checked.

2.1 The Test Procedure

The Oil Refinery in Sisak has been monitoring the development and efficiency of multipurpose additives for several years now. For this particular purpose, it has been using the internal FIAT 128A test procedure, actually representing a modified CEC's OPEL KADETT (F 04-A-87) procedure.

2.2 Test Samples

For the purpose of testing the efficiency of two multipurpose additives by two different manufacturers, we have prepared three test samples. The test samples consisted of the base fuel and two blends of the base fuel and multipurpose additive. As base fuel, we have used the commercial unleaded motor gasoline 95, while, when selecting the multipurpose additives' concentrations, we have observed manufacturer recommendations.

3. TEST RESULTS

3.1 Testing the Ability to Maintain Intake Valve Cleanliness

After the tests performed, the level of inlet valve deposit buildup was evaluated in two ways. The first evaluation procedure consists in precision weighing of the accumulated impurities. The diagram containing the average deposit mass on intake valves reveals a high efficiency of the additives tested in maintaining intake valve cleanliness (Figure 1). The reduction of deposit volume on intake valves achieved by additives ranges from 85-95%.

A parallel efficiency presentation of the additives tested shows different ability to maintain intake valve cleanliness (Figure 2). Such differences may be caused by the method's repeatability and by the impossibility to choose entirely identical blending concentrations. That is why this has to be taken into account when making the final judgement on the efficiency of individual additives. The results of the valves' visual evaluation shows some minor differences in the efficiency of tested multipurpose additives (Figure 3). The visual inspection procedure consists in comparing deposits on valve surface with graded referential photographs. In this evaluation manner, grade 10 stands for a completely clean valve.

The Recommendation of the European Automobile Designers Association (ACEA) requires at least grade 9, as the minimal intake valves' cleanliness evaluation grade. Fuel without additives is far below this requirement, which cannot be met by minimizing the gasoline blend components contributing to the deposition of impurities on the intake valves. Figure 4 presents photographs of the intake valves after tests conducted on fuel with additives as well as on that without them, where the valve, after testing with the fuel without additives, was marked with 5.5, while, after testing with the fuel with additives, the valve was marked with 9.

3.2. Testing The Ability To Remove The Already Existing Deposits On Intake Valves

For the purpose of obtaining a complete picture of the efficiency of multipurpose additives, tests were performed also regarding their ability to remove the already existing deposits on intake valves. For this purpose, we have also used the internal FIAT 128A test procedure. The test is performed by letting the engine run for 40 hrs on base fuel, after which the intake valves are being evaluated, and, with untouched deposits, re-installed in the

engine. The test procedure is then repeated using the same fuel, but with the addition of a multipurpose additive. After another 40 hours, the valves are evaluated once again. The above results of the tests performed show considerable differences in the ability of the additives tested to remove the already existing deposits on intake valves (Figure 5).

4. THE PROBLEMS ASSOCIATED WITH THE USE OF MULTIPURPOSE ADDITIVES

When using multipurpose additives to control the deposit in the engine's suction systems, the following adverse effects may occur:

1. Deposit increase in the combustion chamber
2. Intake valve blocking
3. Black sludge

While testing the efficiency of multipurpose additives, we have monitored their impact on deposits in the combustion chamber, being one of the most frequent adverse effects associated with additive use. Since for the time being there is no widely adopted test procedure that could differentiate the impact of both fuel and additives on deposit generation in the combustion chamber, an attempt was made to evaluate additive impact on deposits in the combustion chamber by visual inspection.

The tests have shown that deposit level in combustion chamber increases with the use of additives, while it is also dependent on the very multipurpose additive used (Figure 6). The photographs show a great similarity of the deposits generated by the use of the base fuel and Sample B, which points to a lower impact of the multipurpose additive used in Sample B on deposits in the combustion chamber than that of the additive used in Sample A. By monitoring the development of the new generations of multipurpose additives, we have observed a certain shift towards reducing additive impact on the deposits in combustion chamber.

5. CONCLUSION

Based on the test results and the phenomena observed, we may point out the following conclusions:

- By using multipurpose additives, it is possible to meet market requirements for fuels capable of controlling engine deposits at minimum cost.

- Nearly all multipurpose additives have shown a high efficiency when it comes to maintaining intake valve cleanliness. However, certain differences were observed regarding adverse impacts on deposits in the combustion chamber and capability of cleaning deposits already existing on intake valves.
- For the purpose of obtaining a complete picture of the multipurpose additives efficiency, that would enable a correct selection of an optimal additive package, it is necessary to perform a number of different test procedures.

Literatura / References:

1. CEC, The Evaluation of Gasoline Engine Intake System Deposition, Approved Test Method (CEC F-04-A-87), London 1989.
2. CEC, Inlet Valve Cleanliness MB M 102E, Tentative Test Method (CEC F-05-T-92), London 1992.
3. S. ČULINOVIĆ, D. BUTKOVIĆ, Ispitivanje učinkovitosti višenamjenskih aditiva za motorne benzine, Goriva i maziva br. 6, Zagreb 1996.
4. IAN P. BRADBURY, The Role of European Tests Methods in Defining Automotive Gasoline and Diesel Fuel Quality, simpozij Goriva '96, Dubrovnik 1996.
5. GAUTAM T. KALGHATAGI, Deposits in Gasoline Engines – A Literature Review, SAE No. 902105, Warrendale 1990.

Zahvala - Autori iskreno zahvaljuju svim suradnicima na pomoći u provedbi ispitivanja i realizaciji ovog rada, posebice neposrednim izvršiteljima g. Srećku Žugaju i g. Ivanu Ivanušu.

Acknowledgement - The authors wish to thank all the associates on their assistance in conducting tests and elaborating the paper, especially to the immediate executors: Mr. Srećko Žugaj and Mr. Ivan Ivanuš.

ključne riječi:

621.434 benzinski motori
621.434.019.7 depoziti motora
621.434-331 usisni ventili
665.733.5 motorni benzin
665.7.038 multifunkcionalni aditivi
667.7.038.2 detergentna i disperzantna svojstva
620.16 ispitivanje primjenskih svojstava

key words:

gasoline engines
engine deposits
intake valves
motor gasoline
multifunctional additives
detergent and dispersant properties
application properties testing

Autori / Authors:

Damir Butković¹, Zlatko Posavec¹, Feđa Holub²

¹INA – Rafinerija nafte Sisak, ²INA d.d. Zagreb

Primljeno / Received:

23.02.2001.