

## ПОДОБРУВАЊЕ НА ПЕРФОРМАНСИТЕ НА КАМИН-ПЕЧКИ

Ред. проф. д-р Витомир Стојановски, Асс. м-р Андријана Боцевска, м-р Ристо Ристевски

*Технички факултет – Битола,  
Универзитет “Св. Климент Охридски” - Битола*  
Ул.Иво Лола Рибар бб., Битола Р.Македонија  
++389 47 207 718 ++389 78 293 220  
vitomirstojanovski@gmail.com  
abocevska@yahoo.com

### АПСТРАКТ

За фирмите кои се бават со производство на камини т.е. камин-печки за загревање на простории, од посебна важност е да имаат правилни смерници при развојот на нови производи, за да се постигнат неколку важни цели: 1. финансиските издатоци за новиот производ да бидат минимални, 2. производот да биде со убав дизајн и да го привлекува окото на купувачот, 3. искористеноста на горивото да биде максимална, односно каминот да има висок степен на к. д., 4. емисијата на јаглен монооксид во димните гасови да биде минимална и 5. сето ова доколку е можно да резултира со добивање на СЕ – сертификат за производот, за да истиот може да се продава на пазарите на земјите на ЕУ и ЕФТА.

Во овој труд ќе бидат презентирани нашите искуства на ова поле, добиени при развојот на два модели на камин-печки, за потребите на фирмата Металец А.Д. Битола.

*Клучни зборови:* печки, камини, котли, СЕ – ознаки

### ABSTRACT

For companies dealing with the production of fireplaces, i.e. furnace-stoves for space heating, it is very important to have proper guidelines when developing new products in order to achieve several important goals: 1. the financial costs of new products to be minimal, 2. the product to have a nice design and attract the eye of the buyer, 3. utilization of fuel to be maximum, i.e. having a high degree of fuel efficiency, 4. carbon monoxide in the exhaust gases to be minimal and 5. all of this to result in getting a CE -Certificate of Product so that they can be sold in markets in the EU and EFTA.

In this paper we will present our experience in this field, gained in the development of two models of fireplaces-stoves, for the firm Metalec AD Bitola.

*Keywords:* furnaces, fireplaces, stoves, CE – certificates

### ВОВЕД

За потребите на фирмата Металец А.Д. Битола, а во рамките на развојно-истражувачкиот проект " Нови печки за загревање на простории", делумно финансиран

од Министерството за образование и наука на Р. М. работевме на оваа проблематика и се стекнавме со одредени искуства на ова поле. Проблематиката е интересна и актуелна, затоа што производот потенцијално е наменет за секое домаќинство кое не користи одреден систем за централно греење, или финансиски/просторно не може да си дозволи набавка на вграден камин.

Значи камин-печките имаат широка категорија на потрошувачи, т.е. корисници поради што треба да имаат убав дизајн од едната страна, и да бидат максимално економични од другата страна. Јасно е дека убавината на избраното дизајнерско решение е дискутабилна категорија, но економичноста на печката е мерлива категорија. Таа воглавном зависи од видот (квалитетот) на горивото кое се користи за согорување во камин-печката и од големината и поставеноста на топлоразменувачките површини.

## 1. ПРЕДЛОЖЕНИ РЕШЕНИЈА

На сл.1 прикажан е почетниот прототип, развиен од нарачателот, пред да започне нашата соработка. Веднаш се наметна дилемата дали овој прототип би ги задоволил условите за добивање на CE-сертификат, поради неговите релативно мали топлоразменувачки површини, поради што тешко може да се постигне максимална искористеност на горивото, односно одржување на ниско ниво на јаглен монооксид во димните гасови. На сл.2 и сл.3 се прикажани ново предложените решенија, при што решението на сл.2 е наречено Модел М, а решението на сл.3 е наречено модел Р. (Од сликите се гледа дека за регулирање на примарниот и секундарниот воздух во ложиштето, во собирникот за пепел и над вратата од ложиштето се изработени решеткасти отвори, со кои се регулира вишокот на воздух во процесот на согорувањето.)



сл.1

Идејата беше со Моделот М да се зголеми висината, т.е. топлоразменувачките површини на прототипот, но сепак останувајќи во рамките на една релативно мала и компактна конструкција, а со Моделот Р да се прошири намената и употребливоста на производот со вградување на рерна.

## 2. ТЕРМИЧКА ПРЕСМЕТКА

Поради сложеноста на самата пресметка овде ќе бидат дадени само основните концепти, со одредени практични напомени и сугестии, а заинтересираните ги упатуваме на [8] за увид во целокупниот тек на пресметувањето.



сл.2



сл.3

## 2.1 Топлински биланс

✚ Равенката на топлинскиот биланс на каминот е:

$$Q_d = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \text{ [kW]}$$

$Q_d$  [kW] – вкупно внесена (расположлива) топлина во каминот

$Q_1$  [kW] – корисно предадена топлина за загревање на просторијата

$Q_2$  [kW] – топлинска загуба поради физичката топлина на излезните гасови

$Q_3$  [kW] – топлинска загуба поради хемиски нецелосно согорување на горивото

$Q_4$  [kW] – топлинска загуба поради механички нецелосно согорување на горивото

Бидејќи количеството на внесена топлина зависи од потрошувачката на гориво  $B$  [kg/s] и неговата долна топлинска моќ  $H_d$  [kJ/kg] изработивме комплетни Табели и I-t дијаграми за три видови на горивои тоа: гориво 1 (мешавина на јаглен и дрво во процентуален состав од  $\approx 50/50$  %), гориво 2 (дрво) и гориво 3 (јаглен-лигнит).

## 2.2 Степен на корисност на каминот

✚ Степенот на корисност на каминот изнесува:

$$\eta_k = 100 - \sum_{i=2}^4 u_i = 100 - (u_2 + u_3 + u_4) \text{ [%]}$$

каде што:

$u_2$  – загуба поради физичката топлина на гасовите

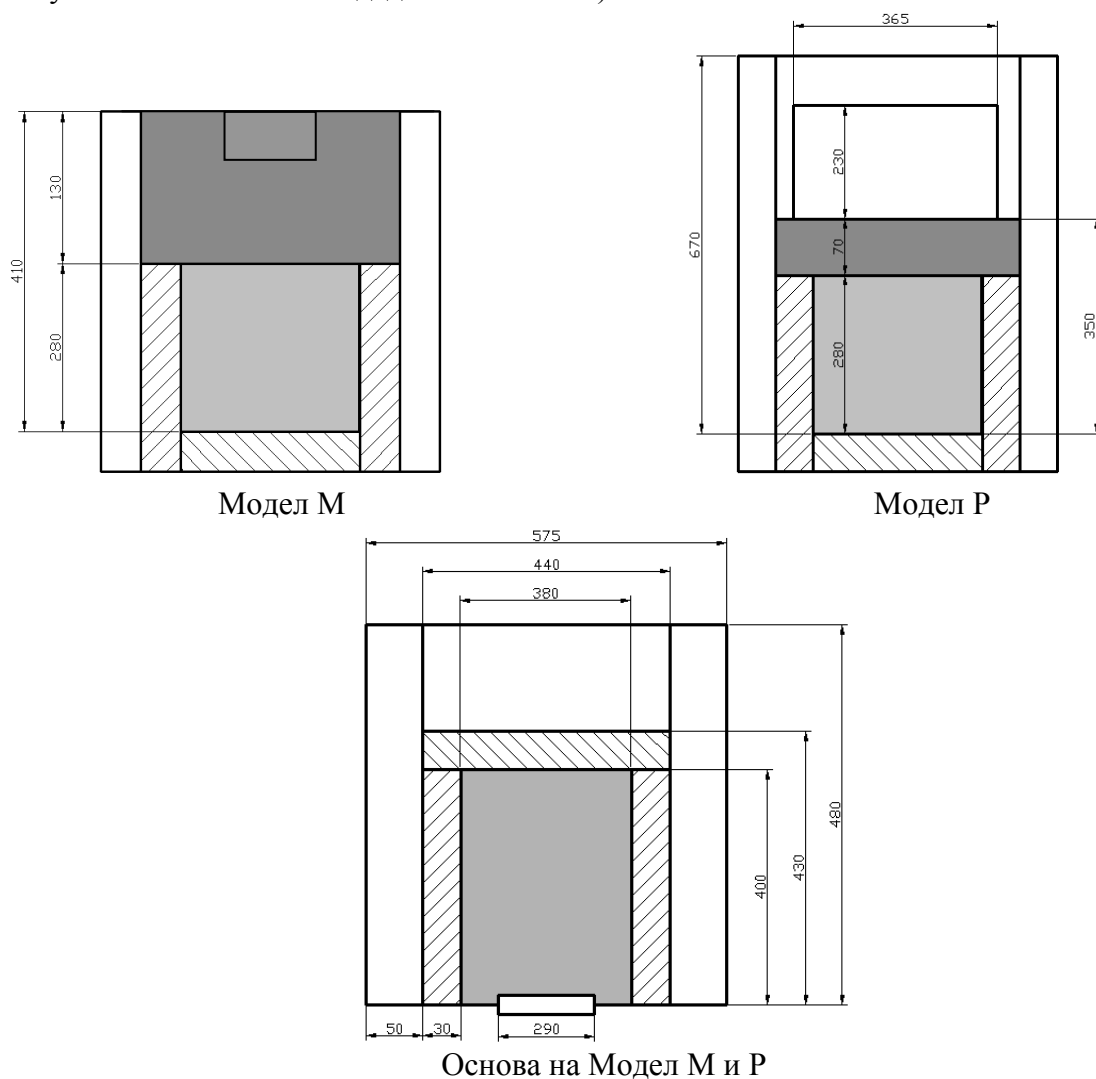
$u_3$  – загуба поради хемиски нецелосно согорување

$u_4$  – загуба поради механички нецелосно согорување на горивото.

## 2.3 Димензионирање на површината и волуменот на ложиштето

Бидејќи во литературата не постојат посебни пресметки за ваков тип на камин-печки, се одлучивме за прилагодување на пресметките за котелски постројки, замајќи ги во предвид одредените специфичности.

Поради многу помалите топлоразменувачки површини во однос на котелските постројки, при пресметката на ложиштето треба да се користат помали вредности (од препорачаните) за специфичното топлинско оптеретување на решетката и специфично топлинско оптеретување на волуменот. (Димензиите на површината на ложиштето и волуменот на ложиштето дадени се на сл.4.)

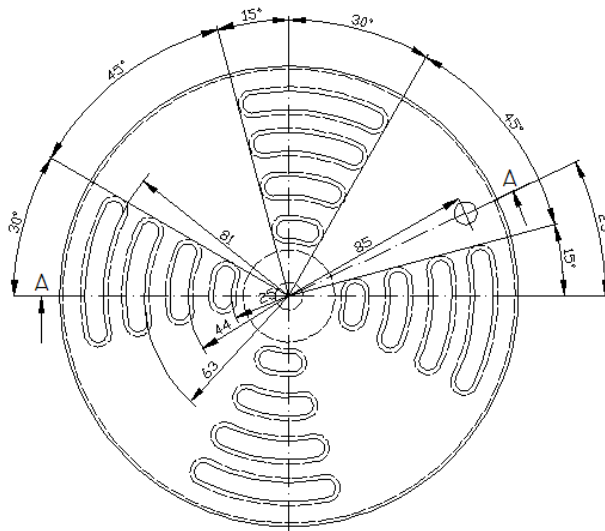


сл.4

Направена е анализа на карактеристиките и условите на работа на огноотпорните материјали, при што се одлучивме ложиштето од три страни (на висина од 280 mm) да биде обидано со шамотни тули, предната страна да биде врата со метална рамка и стаклена површина, а на дното како на сл.5 да има цилиндрична вдлабнатина во средниот дел на решетката, при што решетката може да се придвижува со полуѓа. Значи се работи за рамна решетка за согорување на цврсто гориво во неподвижен слој, доводот на гориво и воздух е според спротивструјна шема, со природна промаја, а пресметката како за еднокоморни и полуотворени ложишта.

Саканата температура на излезните гасови (за постигнување на висок степен на к.д.) сакаме да е приближно 260 °C, а усвоен е коефициент на вишок на воздух  $\lambda = 1,9$ , што е нешто поголема вредност од препорачаната за котелски постројки, поради тоа што во

реални услови тешко се контролира вишокот на примарен и секундарен воздух во ложиштето. Значи целта на пресметката за разменетата топлина во ложиштето ќе биде одредување на температурата на продуктите на согорувањето на излезот од ложиштето, по дефинирањето на геометриските карактеристики и условите на работа.



сл.5

При пресметката е добиено дека површината на решетката е  $A_R \approx 0,15 \text{ m}^2$ , а волуменот на ложиштето и неговото специфично топлинско оптоварување е  $V_{IM} = 0,0615 \text{ m}^3$ ,  $q_v = 310 \text{ kW/m}^3$  (за моделот М) и  $V_{IR} = 0,052 \text{ m}^3$ ,  $q_v = 370 \text{ kW/m}^3$  (за моделот Р). При понатамошната пресметка за размена на топлина во ложиштето извршивме поделба на ложиштето на два дела, со помош на хоризонтална рамнина која минува низ горното ниво на шамотните преградни ѕидови. Со тоа ложиштето е поделено на долно ложиште и горно ложиште (ова се гледа и од сл.4).

#### 2.4 Пресметка на размената на топлина во дводелното ложиште на каминот

По пресметувањето на Ефективниот степен на црност на пламенот  $\epsilon_p$  пресметани се излезните температури во двата делови на ложиштето (по итеративна постапка), користејќи ја теоријата сличност на процесите во ложиштето.

При пресметувањето на излезните температури од долното и горното ложиште една од големините во равенките е и Степенот на црност на ложиштето  $\epsilon_1$  (кој зависи и од Ефективниот степен на црност на пламенот  $\epsilon_p$ ), а исто така температурите зависат и од степенот на изолираност на каминот  $\eta_z$ . Бидејќи е

$$\eta_z = \frac{\eta_k}{\eta_k + u_5} \text{ каде што } u_5 \text{ - е загуба со надворешно ладење}$$

имаме суштинска разлика во пристапот на решавање во однос на котелските постројки.

Кај котелските постројки тежнееме  $u_5$  да има минимална вредност, додека кај камин-печките целта е обратна т.е. што поголема количина на топлина да се предаде на околината. Од ова следува дека  $u_5$  треба да има максимална, а не минимална вредност.

Теоретските пресметки покажаа дека излезната температура од каминот кај моделот М е повисока, т.е.  $\approx 340^\circ\text{C}$ , додека кај моделот Р имаме температури

390/260°C, т.е. повисока излезна температура од ложиштето но пониска излезна температура од каминот, поради оддадената топлина во рерната. Топлинскиот флукс према просторијата кај моделот М е 9,2 kW, а кај моделот Р е 10,16 kW, со што се потврдени резултатите од почетната начелна пресметка, за параметрите кои треба да се задоволат за остварување на саканата снага од приближно 10 kW.

### 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ МЕРЕЊА

#### 3.1 Мерни инструменти

Бидејќи се правени повеќенаменски мерења како мерна опрема користени се:

1. Гасен анализатор testo 350,
2. Пирометарска камера еквивалентна на OS-650,
3. Термопарови тип К (Хромел-Алумел, за  $t = 1150^{\circ}\text{C}$ ) во системот за аквизиција,
4. Дигитален рачен термометар,
5. Дигитална вага и
6. Персонален компјутер за аквизиција на податоците.

Направени се голем број на мерења на температурите во дефинирани локации, количините на потрошено гориво, времето на согорување, составот на димните гасови, а потоа се пресметувани средниот степен на корисност на каминот и средната моќност и тоа како за прототипот така и за новоразвиените модели, за сите видови на гориво и за различни вредности на вишокот на воздух.

#### Заклучок

Од добиените резултати се гледа дека прототипот има низок степен на искористување кој се движи од 50 до 60 % како последица на високите излезни температури на димните гасови. Моделот М има задоволителен степен на к.д. кој се движи во границите од 60 до 70 %, додека пак моделот Р има највисоки степени на к.д. (над 70, па и до 77 %), при што со 4% помала потрошувачка на гориво развива и до 30 % поголема моќност од прототипот.

Камин-печките во сите режими на работа го задоволуваат стандардот EN 13240:2011/A2, точка 6.2 т.е. со извршените мерења утврдено е дека концентрацијата на CO во димните гасови е далеку под дозволената максимална вредност.

Развиените модели исто така ги исполнуваат и условите за безбедност и стандардот за енергетска ефикасност поради што за истите се добиени CE – сертификати, со што се постигнати сите поставени цели од страна на производителот.

Значи теоретски и практично се потврди дека се можни значителни подобрувања на конструкцијата и карактеристиките на постојниот прототип и дека развојот на двата нови модели беше оправдан и успешен.

#### 1.1 Користена литература

- [1] Бркиќ Љ., Живановиќ Т. (1990) Термички прорачун парних котлова. Универзитет во Белград, Машински факултет, Белград, ISBN 86-7083-149-X.
- [2] Вушковиќ И. (1977) Основе технике мерења. Универзитет во Белград, Машински факултет, Белград.
- [3] EN 13240:2001 Roomheaters fired by solid fuel – Requirements and test methods. June 2001, ICS:97.100.30.
- [4] EN 13240:2001/A2 Roomheaters fired by solid fuel – Requirements and tests methods. September 2001, ICS:97.100.30.
- [5] Зелковиќ В., Џапиќ М., Џиниќ Н. (2007) *Интегрисани захтеви за безбедност производа, екологију и енергетику*. Фестивал квалитета 2007, 34 Национална

конференција о квалитету, Крагујевац, 08-11 мај 2007, Асоцијација за квалитет и стандардизацију Србије.

- [6] Кожич Џ., Васиљевиќ В., Бекавац В. (1983) Приручник за термодинамику и простирање топлоте. ИРО Грацевинска књига, Белград, UDK 536.2(075.8)-861.
- [7] Петровски И.Ј. (2004) Парни котли. Универзитет "Св. Кирил и Методиј" – Скопје, Машински факултет, ISBN 9989-43-211-2.
- [8] Стојановски В., Ристевски Р., Боцевска А. (2008) Нови печки за загревање на простории, Развојно-истражувачки Проект, Министерство за образование и наука, Скопје – Металец А.Д., Битола.