

Примљено: 16.07.2010			
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредности
1	612-376	1	2010

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ**

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу бр. 612-325-6/2010 од 22.6.2010. год. именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Дејана Митровића, дипл. инж. маш., под називом:

**„ТЕХНО-ЕКОНОМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА ПОСТРОЈЕЊА ЗА
КОМБИНОВАНУ ПРОИЗВОДЊУ ТОПЛОТНЕ И ЕЛЕКТРИЧНЕ
ЕНЕРГИЈЕ“**

Након прегледа докторске дисертације чланови Комисије подносе следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Докторска дисертација кандидата мр Дејана Митровића, дипл. маш. инж., изложена је на 243 стране формата А4. Целокупна материја докторског рада систематизирана је у 12 целина – 9 поглавља, увод, литература и прилози. Наслови поглавља су следећи:

Увод

1. Комбинована производња топлотне и електричне енергије
2. Методе за прорачун и анализу рада постројења
3. Оптимизација и оптимизационе методе
4. Модел комбинованог гасно-парног постројења
5. Математички модел постројења
6. Софтвер за симулацију и оптимизацију постројења ОПТ-ЦХП
7. Верификација модела
8. Резултати нумеричке симулације рада постројења и њихова анализа
9. Закључак

Литература

Прилози

У раду је приказано 140 слика, 31 табела и 251 једначина. Докторска дисертација садржи још и четири стране садржаја, списак коришћене литературе са 105 библиографских јединица и на крају рада 23 стране прилога.

Постројења за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије представљају концепт постројења са високим процентом искоришћења енергије горива, што их сврстава у технологије будућности у области термоенергетике. Тренд све већег учешћа когенерације у производњи наведених видова енергије последњих година је јако присутан у свим деловима света. Разлог лежи у предности когенерационих постројења у односу на класична постројења за одвојену производњу топлотне и електричне енергије. Развој когенерационих технологија омогућава широк опсег снага когенерационих постројења, са високим процентом искоришћења енергије горива. У **првом поглављу** аутор даје преглед примене и учешћа когенерације у производњи електричне енергије, систематски и појмовно даје основе за израчунавање параметара за процену предности когенерационих постројења у односу на класична постројења, као и преглед когенерационих технологија за велике снаге.

У процени ефикасности било ког постројења, па самим тим и когенерационог, неопходно је извршити анализу параметара који дефинишу параметре за процену ефикасности. У **другом поглављу** представљене су основне методе прорачуна које се примењују за анализу рада постројења, и то енергетска, ексергетска, економска и термoeкономска. Најстарија метода је енергетска анализа постојења коју, због недостатака (не даје никакву информацију о интерним губицима) и недовољних информација о раду постројења или компоненти постројења, све више потискује ексергетска анализа постројења. Економски прорачуни и анализе рада постројења у комбинацији са ексергетском анализом носе назив термoeкономска анализа постројења. На тај начин могу се добити цене ексергетских токова у самом постројењу, цене појединих производа постројења, што је јако битно за пројектанте, инвеститоре и власнике постројења, али и за стварање услова за оптимизацију рада постројења.

У **трећем поглављу** приказане су методе за решавање функције циља, односно оптимизационе методе. Циљ оптимизације је да одреди екстремну вредност величине која је у оптимизационим методама позната под називом функција циља. На основу одређивања минимума или максимума функције циља могу се дефинисати оптималне вредности релевантних параметара за које постројење постиже оптимални рад по задатом критеријуму. При томе функцију циља треба јако опрезно дефинисати, како би обезбедили конвергенцију решења, односно треба правилно дефинисати опсег промене променљивих величина, величине које дефинишу ограничења и на крају саму функцију циља.

Да би се методе прорачуна примениле, било је потребно најпре дефинисати модел постројења. Због предности у односу на одвојену производњу топлотне и електричне енергије, а на основу расположивих технологија когенерације за велике снаге, у **четвртом поглављу** је усвојен концепт комбинованог гасно-парног постројења. Усвојена је флексибилна топлотна шема која омогућава различите конфигурације постројења, тако да је могуће вршити оптимизацију како приликом градње нових блокова (у фази пројектовања) тако и при реконструкцији постојећих парних блокова.

У петом поглављу приказан је математички модел постројења. Узимајући у обзир све специфичности конфигурације постројења, најпре је било потребно поставити математички модел постројења, али и одредити стратегију којом ће се вршити најпре симулација рада постројења, а затим и оптимизација рада. Поред описивања рада сваке компоненте једначинама одржања масе, енергије и количине кретања, неопходно је било дефинисати метод за прорачун основних термофизичких својстава радних флуида, паре и продуката сагоревања. За решавање математичког модела који описује рад компоненти и целог постројења, у тези је усвојен секвенцијални приступ, док се величине стања радних флуида одређују симултано. Такође, за потребе оптимизације неопходно је било дефинисати економски модел постројења и функцију циља. Усвојен је приступ минимизирања укупних трошкова рада постројења, односно минималне вредности цене појединих компоненти и потрошње горива. Једначине које одређују цену компоненти су у функцији радних параметара постројења.

На основу математичког модела компоненти постројења и усвојене оптимизационе методе, урађен је софтвер за симулацију и оптимизацију когенерационог постројења ОРТ-СНР, који је описан у шестом поглављу. Као програмска платформа коришћен је софтверски пакет Microsoft Excel, који у себи има интегрисан Visual Basic for Application, тако да су макрои писани у Visual Basic Editor-у. Прорачун термодинамичких величина стања по методи IAPWS-IF97 урађен је помоћу Visual Basic for Application. Програм ОРТ-СНР направљен је на модуларном принципу, који омогућава интерактивну комуникацију са корисником помоћу менија и састоји се из програмских целина.

У седмом поглављу урађена је верификација софтвера, на основу више резултата мерења на постројењима у погону, датих у литератури. Верификација је урађена како у делу симулације рада тако и у делу оптимизације на основу функције циља дефинисане по принципу минималних укупних трошкова рада постројења.

У осмом поглављу анализиран је рад два различита комбинована гасно-парна постројења, и то: комбинованог гасно-парног постројења код кога гасни блок замењује регенеративне загрејаче а парни котло остаје у функцији и друго решење, када гасни блок замењује поред регенеративних загрејача топлоте и парни котло. У случају рада комбинованог гасно-парног постројења са парним котлом, постројење гасне турбине, поред производње електричне енергије, загрева главни кондензат и напојну воду, односно замењује систем регенеративних загрејача. За случај рада комбинованог гасно-парног постројења без парног котла, постројење гасне турбине поред производње електричне енергије, производи и водену пару за потребе парног блока. У овом случају из конфигурације парног блока се елиминише, поред регенеративних измењивача, и парни котло. У том случају се мора водити рачуна о концепцији гасног постројења, због ограничења температуре продуката сагоревања на улазу у котло утилизатор која мора бити већа од температуре паре на излазу из њега. Другим речима, потребно је предвидети додатно сагоревање у котлу утилизатору. У овом поглављу дати су резултати нумеричке симулације и техно-економске оптимизације комбинованих гасно-парних постројења усвојених конфигурација. На основу нумеричке симулације рада постројења долази се до закључака о зависности процесних параметара. Истраживања су примењена на различите

режиме рада, а ексергетска анализа рада појединих компоненти постројења урађена је за параметре рада постројења који су по критеријуму најмањих трошкова рада постројења оптимални. Резултати симулације постројења и анализе за оптималне параметре јасно указују на предност комбиноване производње топлотне и електричне енергије у односу на одвојену производњу топлотне и електричне енергије. Такође, добијени резултати представљају и значајан допринос у правцу прерасподеле енергијских токова у постојећој шеми тока постројења.

У закључку, као **деветом поглављу**, на систематичан начин истакнута су најбитнија сазнања до којих се дошло истраживањем у оквиру докторске дисертације и указано је на могуће правце даљих истраживања.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторског рада и анализе остварених резултата, чланови Комисије констатују следеће:

- Поднети рад у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу,
- Кандидат је овладао потребним знањима за истраживање у области математичког моделирања и техно-економске оптимизације термоенергетских постројења, што га верификује у компетентног истраживача у овој области,
- Кандидат успешно користи савремене софтверске алате за потребе нумеричке симулације и техно-економске оптимизације и њихове имплементације на термоенергетским постројењима,
- Кандидат је испољио потребну самосталност и инвентивност у научно истраживачком раду,
- Кандидат је дошао до резултата који представљају допринос досадашњим истраживањима у области нумеричке симулације рада и техно-економске оптимизације термоенергетских постројења. Добијени резултати доприносе бољем разумевању ове проблематике,
- Кандидат је успео да систематизује сложenu материју и да резултате истраживања представи на разумљив начин,
- Оригинални резултати докторске дисертације су верификовани кроз публикавање радова у часописима из уже научне области којој припада предложена тема докторске дисертације,
- Рад је технички коректно и квалитетно урађен.

На основу свега напред изложеног, Комисија позитивно оцењује рад Кандидата и сматра да рад у целини представља оригиналан и значајан научни допринос теорији математичког моделирања и техно-економске оптимизације термоенергетских постројења. Због тога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу да се рад кандидата мр Дејана Митровића, дипл.маш.инж., под називом:

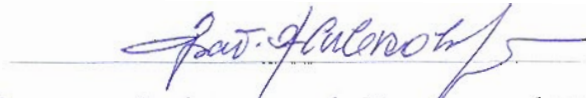
„ТЕХНО-ЕКОНОМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА ПОСТРОЈЕЊА ЗА КОМБИНОВАНУ ПРОИЗВОДЊУ ТОПЛОТНЕ И ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ“

прихвати као докторска дисертација и кандидат позове на усмену јавну одбрану.

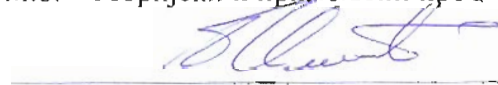
У Нишу и Београду,
14-15. јула 2010. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. др Драгољуб Живковић, ред. проф. Машинског факултета у Нишу
(у.н.о. - Теоријски и примењени процеси преноса топлоте и масе)



2. др Градимир Илић, ред. проф. Машинског факултета у Нишу
(у.н.о. - Теоријски и примењени процеси преноса топлоте и масе)



3. др Бранислав Савић, ред. проф. Машинског факултета у Београду
(у.н.о. – Термоенергетика)



4. др Младен Стојиљковић, ред. проф. Машинског факултета у Нишу
(у.н.о. - Теоријски и примењени процеси преноса топлоте и масе)



5. др Велимир Стефановић, ван. проф. Машинског факултета у Нишу
(у.н.о. - Теоријски и примењени процеси преноса топлоте и масе)

