

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Повећана енергетска ефикасност постројења за лакирање шкољки путничких аутомобила фабрике Застава аутомобили“

Аутори техничког решења

- *др Душан Гордић, ванредни професор*
- *др Милун Бабић, редовни професор*
- *др Небојша Јовичић, ванредни професор,*
- *др Добрица Миловановић, редовни професор,*
- *др Вања Шуштершич, доцент,*
- *Дубравка Јелић, истраживач-сарадник,*
- *Давор Кончаловић, истраживач-сарадник*
- *мр Ненад Милорадовић, асистента*

Наручилац техничког решења

- пројекат министарства за науку Републике Србије – I.EE 302-1019V

Корисник техничког решења

- фабрика Застава аутомобили, ад, Крагујевац,

Година када је техничко решење урађено

- 2006

Област технике на коју се техничко решење односи

- енергетска ефикасност, према међународној класификацији производа и услуга техничко решење припада класи 42 (Научне и технолошке услуге и истраживање и пројектовање у вези наведених услуга и услуге индустријске анализе и истраживања).

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Проблем који се решава је релативно велика потрошња енергије постројења за наношење боје (лакирање) шкољки путничког аутомобила фабрике ЗАСТАВА Аутомобили АД. Ова фабрика је у време реализације поменутог пројекта пословало са променљивим производњим капацитетима, који су далеко мањи од пројектованих. При томе, пад обима производње није сразмерно пратио смањење трошкова употребе различитих енергената.

Резултати енергетског билансирања показују да укупна специфична потрошња топлотне енергије (пара, топла вода и природни гас) износила је 1,93 MWh/шкољки, а специфична потрошња електричне енергије (електрична енергија и компримовани гас) 342,80 kWh/шкољки. Према систематизованим подацима произвођача аутомобила из САД и Немачке, у њиховим лакирницама специфична потрошња топлотне енергије око 1,1-1,2 MWh/шкољки, а специфична потрошња електричне енергије у распону 230-320 kWh.

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

Иако су у светским оквирима (САД, ЕУ, Јапан), трошкови енергије у процесу склапања аутомобила релативно мали у односу на коначну, производну цену путничког возила (крећу се око 60 до 70 \$ по возилу, што износи око 1 % производне цене), код већине водећих светских произвођача аутомобила постоје програми и тимови задужени за рационално газдовање енергијом, са задатком да спроведу мере на смањивању енергетских трошкова.

У таквој производној средини, простор за уштеду енергије је знатан. То се посебно односи на постројења за наношење боје (лакирницу), где су, искуства показују, енергетски трошкови највећи. Ради илустрације, треба напоменути да према извештајима реномираног светског произвођача аутомобила, америчког концерна Форд, чак 70 % укупних енергетских трошкова неопходних за склапање аутомобила, остварује се у операцијама наношења боје у лакирницама, док у Немачкој (Опел и Фолксваген) тај проценат иде од 50 до 60 %. Највећи део енергије у лакирницама, користи се за кондиционирање ваздуха у зонама за наношење и сушење боје (основне и покривне), подизање температуре шкољки (заједно са носачем и транспортером) и вентилацију.

Економски показатељи уштеде енергије код реинжењеринга технолошког процеса, зависе од примењене активности. Највећи енергетски потрошачи у индустријским постројењима за наношење боје су вентилатори (троше око 60 до 70 % укупне енергије у постројењу, према Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies - CADDET). Према финским искуствима, инвестиција за уградњу фреквентних регулатора са задатком да ускладе функционисање вентилатора са

радом пиштоља за наношење боја, може, у зависности од снаге вентилатора, у просеку да се исплати за око две године (нижа снага, брже време повраћаја инвестиције), уз уштеду електричне енергије од око 15 % на годишњем нивоу. Цурење радног флуида, такође представља значајан извор губитака у лакирницама. Код типичног постројења које се правилно не одржава, губици услед цурења могу да иду од 20 до 50 % укупног протока произведеног ваздуха. Санирањем цурења, може се очекивати 15-20 % смањења потрошње компримованог ваздуха, при чему су трошкови елиминисања цурења занемарљиви (око 400 € по месту цурења, према подацима Тојоте). Из великог броја примера из аутомобилске индустрије, просечан период повраћаја инвестиције је око 5 месеци. Минимизирањем времена стабилизације температуре употребом старт/стоп контролера и правилним постављањем температурних регулатора у коморама за сушење, могу се, такође, остварити значајне уштеде (Energy Efficiency Best Practice Program – The Department of Environment, Transport and the Regions, САД).

Искуства показују да у постројењима оваквог типа постоји релативно велики број предимензионисаних агрегата, што има за последицу нерационалну потрошњу електричне енергије. У случајевима где се вршна оптерећења могу смањити, уградњом електромотора мање снаге потрошња електричне енергије се може смањити за 1,2 %, док је за електромоторе мањих снага тај проценат и виши. Више студија показују да је просечан рок повраћаја овакве инвестиције око 1,5 год. (Industrial Assessment Center (IAC) - http://oipea-www.rutgers.edu/database/db_f.html). Замена дотрајалих електромотора, новим високоучинским електромоторима, често је бољи избор од наше уобичајене праксе поновног намотавања мотора. Према подацима CDA (Copper Development Association) замена старог, према ЕПА критеријумима енергетски неефикасног, електромотора снаге 37 kW, ће се исплатиће се кроз уштеду енергије за 15 месеци. Код типичних лакирница са бојама типа водених емулзија, процес фарбања захтева утрошак хиљаде литара воде сваке недеље. У анализи Мерцедес-Бенца дошло се до резултата да су енергетски захтеви употребе технологије електростатичког наношења боје у праху око 30 % мањи у поређењу са фарбањем воденим емулзијама, тј. 18 % са фарбањем бојама са разређивачем. Правилном употребом ултрафилтрације/ реверзибилне осмозе за чишћење отпадних вода, може се уштедети и до 95 % воде.

3. Суштина техничког решења

Суштина техничког решења огледа се у једном интегралном приступу анализи снабдевања и потрошње енергената и могуће уштеде енергије у наведеном производном погону. Иницијални корак у овом приступу, представља израда енергетског биланса постројења, на основу којег се дефинишу трошковно ефикасне мере за смањење потрошње енергије уз критичку анализу и примену светских искустава "најбоље праксе" уштеда енергије за овај индустријски сектор. За извршење биланса, поред мерне опреме која се налази у самом постројењу, користи се и преносна опрема за енергетско билансирање која је власништво Машинског факултета у Крагујевцу. Мере се посебно односе на сваки од енергената и

свеобухватно на праксу увођења система газдовања енергијом (праћење енергетских параметара, постављање и остваривање циљане енергетске потрошње у функцији од производње). Сваку меру прати детаљно техно-економско сагледавање (могућност набавке опреме и средстава на домаћем тржишту, потребне финансије за набавку и уградњу, трошкови одржавања, предвиђање реалног периода повраћања уложених инвестиционих средстава за имплементацију активности). Последњи корак представља извођење предложених, економски најисплативијих оправданих мера за смањење потрошње енергије (са најбржим роком повраћаја инвестиције), што је подразумевало набавку одговарајуће опреме и материјала, њихову уградњу (монтажу) у постројење, експериментално праћење функционисања постројења и мерење и сагледавање ефеката примењених активности на потрошњу енергената.

4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)

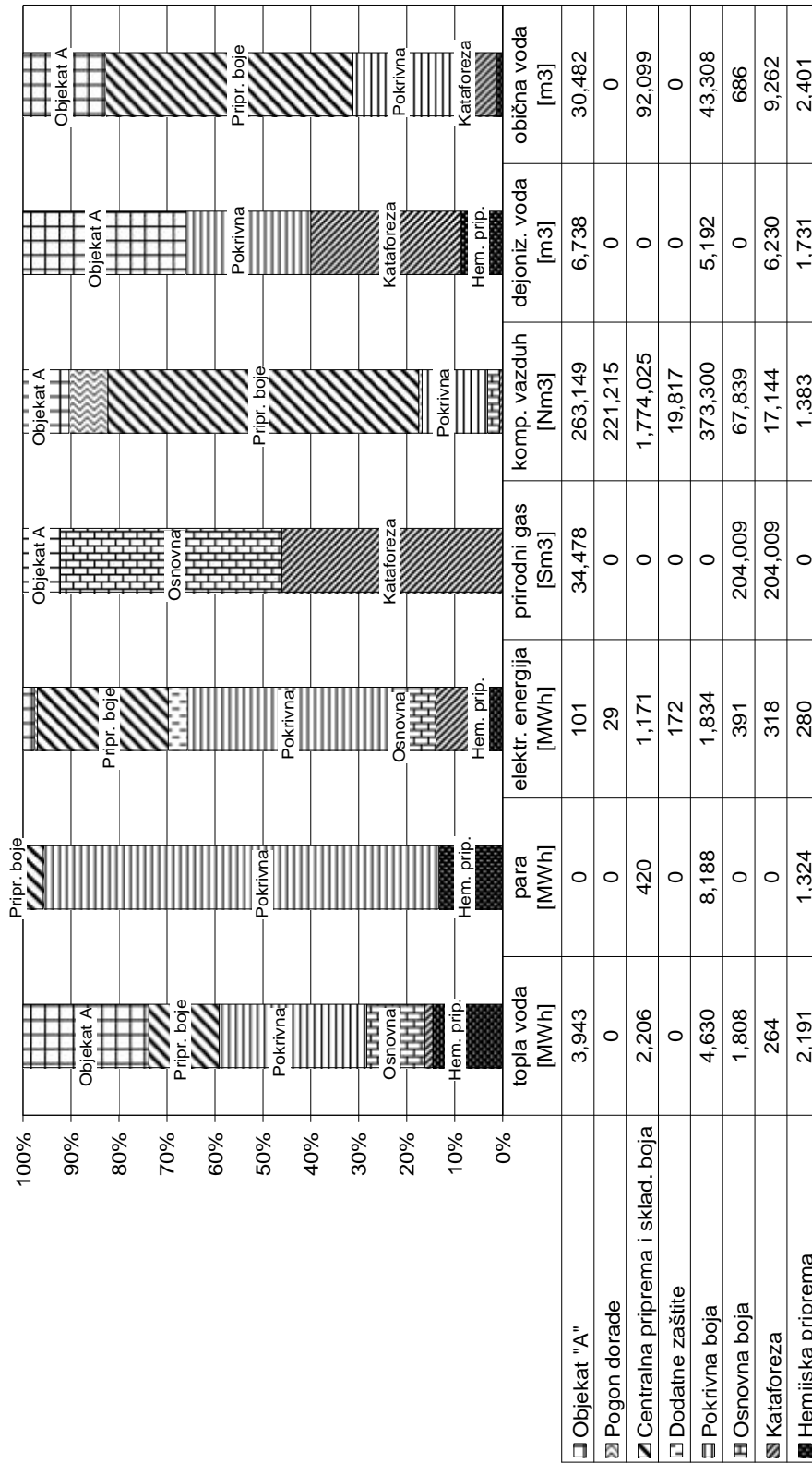
За обављање производног процеса Фабрика "Површинска заштита", поред сирове (обичне, пијаће) (коју испоручује ЈКП "Водовод и канализација") и дејонизоване (деминерализоване) воде (коју испоручује "Застава Енергетика" АД), од енергената користи топлотну енергију (топлу воду и прегрејану водену пару), електричну енергију, природни гас и компримовани ваздух. Све ове енергенте испоручује "Застава Енергетика" АД, сем природног гаса који испоручује Енергогас. Систематизацијом података о месечној потрошњи енергената у фабрици "Површинска заштита" утврђено је да су трошкови топлотне енергије релативно високи. На годишњем нивоу за претходну годину они су износили око 25 MWh, тј. око 1.360.000 €. Трошкови обичне воде су релативно високи и износе око 6 %. С тога је посебна пажња у даљој анализи усмерена на смањење трошкова топлотне енергије и воде у производном процесу.

Прерасподела утрошене енергије по производним целинама за претходну годину, приказана је на слици 1. Енергетски ток је процењен на основу инсталираних капацитета енергетских потрошача и годишњег временског ангажовања опреме.

Просечне тренутне специфичне потрошње енергије и воде по јединици главног производа (готова лакирана шкољка), за посматрани период износе:

- специфична потрошња паре = 0,79 MWh/školjki
- специфична потрошња топле воде = 0,84 MWh/školjki
- специфична потрошња електричне енергије = 310 kWh/školjki
- специфична потрошња природног гаса = 32,86 Sm³/školjki
- специфична потрошња компримованог ваздуха = 172,6 Nm³/školjki
- специфична потрошња обичне воде = 10,25 m³/školjki
- специфична потрошња дејонизоване воде = 0,98 m³/školjki,

Energetski tok fabrike "Površinska zaštita"



Слика 1 Енергетски ток фабрике "Површинска заштита"

На основу резултата прелиминарног биланса, извршено је детаљно билансирање које је подразумевало обављање серије мерења у предузећу и дефинисање и техно-економски сагледавање мера за смањење трошкова топлотне енергије (технолошке вреле воде и паре) и воде, које су се релативно јефтино и ефикасно имплементирале у предузећу.

МЕРА бр 1 се односи на избацивање из употребе вода ТВВ 300 и превезивање потрошача на вод ТВВ 400. По завршеној санацији постројења за лакирање шкољки, након и озбиљних оштећења које је претрпела фабрика "Површинска заштита" 1999. године, уместо четири линије завршне боје које су биле у функцији, у производном процесу остала је само једна линија завршне боје (тзв. Л4). То је условило да се са вода ТВВ 300 снабдевају само климатизери на линији основне боје (имају улогу да одржавају температуру у кабини линије основне боје у интервалу 20 ± 2 °C). У летњем периоду, овај вод није у функцији. Са друге стране, по оригинално изведеном постројењу, са вода ТВВ400 снабдевана су три линије завршне боје. Како је по извршеној санацији, у употреби остала само једна линија, то је капацитет овог вода знатно предимензионисан за садашњу употребу. Из тог разлога предложено је пребацавање напајања климатизера на линији основне боје, са ТВВ300 на вод ТВВ400. На овај начин у потпуности се избацује из употребе вод ТВВ300, чиме се остварује уштеда због смањења количине воде у магистралним водовима, коју је потребно загревати када ради Линија Основне боје (период септембар – мај када су у функцији климатизери на Линији основне боје).



Slika 2 Prevezivanje voda TVV 300



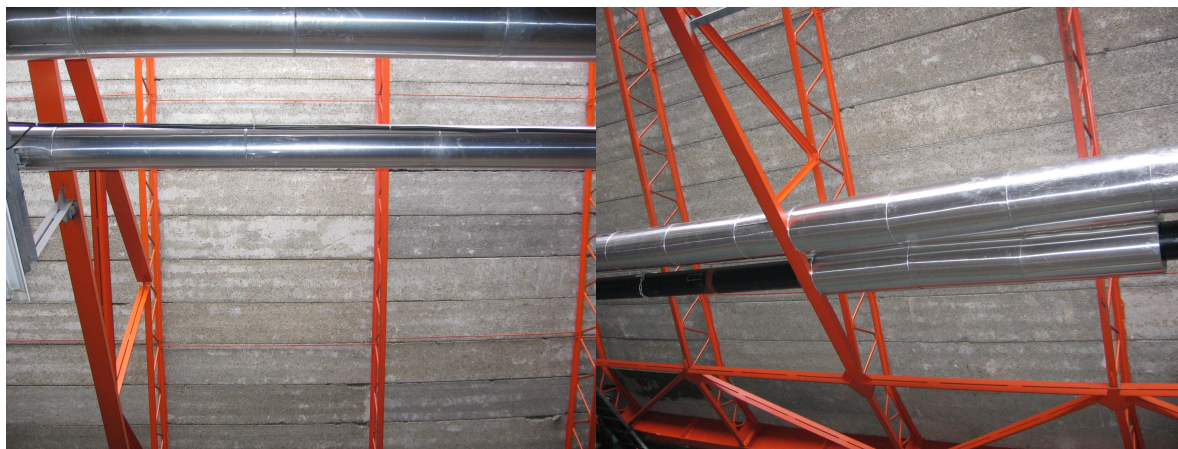
Slika 3 Izgled prevezanog voda u fazi izgradnje

MERA br 2 se odnosi na izolovanje cevovoda tople vode i pregrejane pare. Neželjeni gubici toplotne energije kroz neizolovane ili loše izolovane cevovode, mogu da značajno smanje potrošnju toplotne energije i troškove energenata.

Detaljnou vizuelnom inspekcijom pomenutih cevovoda i merenjem beskontaktnim termometrom i IC kamerom, konstatovano je: da je održavanje izolacije je na niskom nivou, da postoje deonice toplovoda i parovoda kod kojih je izolacija u lošem stanju i da značajni delovi cevovoda nisu uopšte izolovani. Izraženo analitički, oko 750 m cevovoda nije adekvatno izolovano. Određeni su gubici (energetski i finansijski) sa ovih neizolovanih deonica, kao i efekat ugradnje izolacije (mineralna vuna u Al omotaču) na ovim deonicama (табеле 1 и 2).

Табела 1

Радни флуид	Називни пречник цеви [mm]	Унутрашњи пречник цеви [mm]	Спољашњи пречник цеви [mm]	Спољашњи пречник минералне вуне [mm]	Спољашњи пречник алуминијумске облоге [mm]	Дужина цевовода [m]	Разлика температура са површине изолованог цевовода и околине [оЦ]	Коефицијент прелаза топлоте [W/m ² K]	Коефицијент пролаза топлоте [W/mK]	Емисија топлоте [W/m]	Укупна емисија топлоте на изолованом цевоводу на даатој локацији [W]	Укупна годишња емисија топлоте на изолованом цевоводу на даатој локацији [kWh]
Технолошка вода	100	100,8	108,0	118,0	119,2	115	10	3,83	1,11	11,1	1.278,48	818,23
Технолошка вода	150	151,0	159,0	179,0	180,2	30	10	3,50	1,29	12,9	387,43	247,95
Технолошка вода	400	399,0	419,0	439,0	440,2	40	10	2,97	2,86	28,6	1.144,49	732,48
Пара	51	50,5	57,0	67,0	68,2	20	20	5,77	0,85	17,0	339,71	217,41
Пара	32	35,9	42,4	52,4	53,6	80	20	6,09	0,69	13,7	1.098,36	1.318,03
Пара	65	70,3	76,1	86,1	87,3	15	20	5,46	1,05	21,1	316,01	379,22
Пара	100	100,8	108,0	128,0	129,2	24	20	5,02	1,14	22,8	546,96	656,35
Пара	51	50,5	57,0	67,0	68,2	8	20	5,77	0,85	17,0	135,88	163,06
Кондензат	25	27,2	33,7	43,7	44,9	30	35	5,73	0,55	19,1	573,98	688,77
Кондензат	80	82,5	88,9	98,9	100,1	6	35	4,77	1,10	38,5	230,79	276,94
Технолошка вода	80	82,5	88,9	98,9	100,1	10	10	3,98	0,96	9,6	95,99	115,19
Технолошка вода	400	399,0	419,0	439,0	440,2	10	10	2,97	2,86	28,6	286,12	343,35
Технолошка вода	65	70,3	76,1	86,1	87,3	4	10	4,11	0,86	8,6	34,22	41,06
Технолошка вода	32	35,9	42,4	52,4	53,6	30	10	4,60	0,56	5,6	169,26	203,12
Технолошка вода	250	254,4	267,0	287,0	288,2	320	10	3,19	1,96	19,6	6.266,99	7.520,38
Укупно												13.721,55



Slika 5 Izolovanje prevezanog voda TVV 400



Slika 6 Izolovanje parovoda na liniji 4

Табела 2. Уштеда енергије и новца изоловањем цевовода

Локација	Радни флуид	Спољашњи пречник цеви [мм]	Енергетски губитак [€]	Енергетски губитак изолованог вода [€]	Уштеда која се остварује изоловањем [€]	Дужина цевовода [м]	Цена изоловања по дужном метру [€/м]	Цена изоловања [€]	Рок повраћаја инвестиције [год]
Хемијска припрема	Тех. вода	108,0	655,31 €	39,91 €	615,39 €	115	8,00	920,00 €	1,49
	Тех. вода	159,0	233,64 €	12,10 €	221,55 €	30	10,90	327,00 €	1,48
	Тех. вода	419,0	721,63 €	35,73 €	685,90 €	40	24,80	992,00 €	1,45
	Пара	57,0	197,71 €	10,61 €	187,10 €	20	2,90	58,00 €	0,31
Линија 4	Пара	42,4	1.178,59 €	64,29 €	1.114,29 €	80	2,40	192,00 €	0,17
	Пара	76,1	348,81 €	18,50 €	330,32 €	15	4,60	69,00 €	0,21

	Пара	108,0	737,80 €	32,02 €	705,79 €	24	8,00	192,00 €	0,27
	Пара	57,0	148,28 €	7,95 €	140,32 €	8	2,90	23,20 €	0,17
Линија 4 – Пов. конд.	Кондензат	33,7	150,12 €	33,60 €	116,52 €	30	2,10	63,00 €	0,54
	Кондензат	88,9	63,72 €	13,51 €	50,21 €	6	6,30	37,80 €	0,75
Циклони Л4	Тех. вода	88,9	91,57 €	5,62 €	85,95 €	10	6,30	63,00 €	0,73
	Тех. вода	419,0	338,26 €	16,75 €	321,52 €	10	24,80	248,00 €	0,77
Дорада	Тех. вода	76,1	32,41 €	2,00 €	30,41 €	4	4,60	18,40 €	0,61
ОФРА	Тех. вода	42,4	154,46 €	9,91 €	144,55 €	30	2,40	72,00 €	0,50
Г.вод т.воде	Тех. вода	267,0	7.225,51 €	366,85 €	6.858,66 €	320	16,90	5.408,00 €	0,79
УКУПНО			12.277,82 €	669,34 €	11.608,47 €			8.683,40 €	0,75

МЕРА бр 3 се односи на замену одвајача кондензата. У фабрици „Површинска заштита“ у „ЗА“ а.д. прегрејана пара се користи на три локације: у пећи сушења линије хемијске припреме, у пећи сушења основне боје (Л5) и пећи линије завршне боје (Л4). На линији хемијске припреме уграђена су 3 термостатичка одвајача са биметалним плочицама Б2 произвођача БУВАП, Француска (непознате године производње, по речима одржаваоца термотехничких инсталација стари преко 20 година), на линији основне боје уграђени су одвајачи са звоном (5 комада, ознаке К86, произвођач Армстронг, САД, непознате године производње, по речима одржаваоца термотехничких инсталација стари преко 15 година) и на линији завршне за две пећи за сушење по 6 одвајача са пловком и један на главном воду, 2 одвајача КИ-2 и 5 одвајача КИ-4, произвођача МИП Ђуприја, година производње 2000.). Приликом дијагностиковања стања одвајача кондензата у фабрици "Површинска заштита", утврђено је: да су одвајачи генерално у врло лошем стању, да највећи број одвајача кондензата нису у функцији, да су неки и оштећени услед смрзавања па су скинути са водова, да се поврат кондензата обично се врши преко бу-пасс (заобилазних) водова кроз отворене запорне вентиле (кроз које протиче и значајна количина "живе паре") и да су на појединим локацијама уграђени одвајачи неадекватног типа. Због свега наведеног, препоручена је замена постојећих одвајача кондензата и уградња нових. Изабрани су и димензионисани одвајачи фирме Термоенергетика, Лучани.



Slika 7 Izgled zamenjenog odvajача na grejaču 2 hemijske pripreme



Slika 8 Izgled zamenjenog odvajача na grejaču 1 hemijske pripreme

Износ енергетских губитака може се оценити познавајући величину пригушног отвора (одвајача или бу-пасс вентила) и притиска паре у систему и притиска радног флуида у кондезном воду. Једначина којом се дефинише проток паре кроз пригушни отвор је:

$$\dot{m} = K_t \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot \frac{\kappa}{\kappa - 1} \cdot \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^{\frac{2}{\kappa}} \cdot \left(1 - \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}}\right)},$$

где су:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - \dot{m} [kg/s] | - проток паре кроз пригушни отвор, |
| - K_t [-] | - коефицијент протока пригушног отвора; зависи од више параметара али се може узети да за пригушне отворе са оштрим ивицама узима вредности 0,6-0,8, |
| - A [m ²] | - величина проточне површине пригушног отвора; |
| - ρ_1 [kg/m ³] | - густина паре на улазу у пригушни отвор; |
| - p_1 [Pa] | - притисак паре на улазу у пригушни отвор, |
| - p_2 [Pa] | - притисак паре на излазу из пригушног отвора, |
| - κ [-] | - експонент изентропе; за засићену пару 1,135. |

Ова једначина важи за мање падове притиска на пригушном отвору, све док је однос притисака p_2/p_1 већи од вредности односа критичног притиска:

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)_{kr} = \left(\frac{2}{\kappa + 1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}} \text{ (за пару 0,577).}$$

Када је однос притисака p_2/p_1 мањи од 0,577, достиже се брзина звука кроз пригушни отвор, па је проток паре:

$$\dot{m} = K_t \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_1 \cdot p_1 \cdot \frac{\kappa}{\kappa + 1}}$$

У литератури се могу наћи и табеларни или дијаграмски подаци који илуструју ове изразе. Таква су и подаци у табели 9., америчког "Boiler Efficiency Institute", добијени за случај да се пара избацује у атмосферу по изласку из одвајача.

Пречник отвора одвајача кондензата [mm]	Губитак паре [kg/h]			
	Надпритисак паре [bar g]			
	1,03	6,9	10,3	20,7
0,8	0,39	1,50	2,18	-
1,6	1,54	5,99	8,57	16,42
3,2	6,21	23,95	34,38	65,77
4,8	13,93	53,98	77,11	147,87
6,35	24,81	95,71	137,43	262,63
9,5	55,79	215,46	309,35	591,03

Табела 3. Губитак паре кроз отворе одвајача кондензата

У случају да се пара пропушта кроз бу-пасс вентил, често је уместо побројаних израза, погодна користити емпиријски изразе:

Error! Bookmark not defined.,
тј за услове "критичног струјања":

Error! Bookmark not defined.

где је са K_v означен тзв. коефицијент вентила, који би требало да произвођач вентила достави кориснику уз сваки свој испоручени производ.

Када се одреди проток паре који прође кроз пригушни отвор одвајача или запорног (бу-пасс) вентила, узимајући у обзир латентну топлоту промене фазе на притиску који влада у парном простору r [J/kg], енергија која се при том изгуби на годишњем нивоу ΔQ_p [MWh/god] је:

$$\Delta Q_p [\text{MWh/god}] = \dot{m} [\text{kg/s}] \cdot r [\text{J/kg}] \cdot \tau [\text{h/god}] / 10^6,$$

Локација	Редни бр. потрошача	Тип потрошача	Номинална снага [kcal/h]	Номинална снага [kW]	Номинални притисак на улазу (bar)	Ном. температура на улазу [oC]	Притисак на излазу из одвајача кондензата [бар]	Енталпија паре за номиналне услове [kJ/kg]	Топлота промене фазе [kJ/kg]	Номинални проток [t/h]	Проток кроз одвајач [kg/h]	Степен сигурности	Прорачунски проток кроз одвајач [kg/h]	Разлика притисака на одвајачу [бар]	Изабрани одвајач - Термоенергетика
Линија 4	Л1	пара/ваздух	150.000,00	174,45	12	210	3	2800	1900	0,33	330,53	2,5	826,34	9	ОКЗ ДН20
Линија 4	Л2	пара/ваздух	150.000,00	174,45	12	210	3	2800	1900	0,33	330,53	2,5	826,34	9	ОКЗ ДН20
Линија 4	Л3	пара/ваздух	180.000,00	209,34	12	210	3	2800	1900	0,40	396,64	2,5	991,61	9	ТКЛ ДН32
Линија 4	Л4	пара/ваздух	300.000,00	348,90	12	210	3	2800	1900	0,66	661,07	2,5	1652,68	9	ТКЛ ДН32
Линија 4	Л5	пара/ваздух	250.000,00	290,75	12	210	3	2800	1900	0,55	550,89	2,5	1377,23	9	ОКЗ ДН32
Линија 4	Л6	пара/ваздух	250.000,00	290,75	12	210	3	2800	1900	0,55	550,89	2,5	1377,23	9	ОКЗ ДН32
Линија 4	Д1	пара/ваздух	150.000,00	174,45	12	210	3	2800	1900	0,33	330,53	2,5	826,34	9	ОКЗ ДН20
Линија 4	Д2	пара/ваздух	150.000,00	174,45	12	210	3	2800	1900	0,33	330,53	2,5	826,34	9	ОКЗ ДН20
Линија 4	Д3	пара/ваздух	180.000,00	209,34	12	210	3	2800	1900	0,40	396,64	2,5	991,61	9	ТКЛ ДН32
Линија 4	Д4	пара/ваздух	300.000,00	348,90	12	210	3	2800	1900	0,66	661,07	2,5	1652,68	9	ТКЛ ДН32
Линија 4	Д5	пара/ваздух	250.000,00	290,75	12	210	3	2800	1900	0,55	550,89	2,5	1377,23	9	ОКЗ ДН32
Линија 4	Д6	пара/ваздух	250.000,00	290,75	12	210	3	2800	1900	0,55	550,89	2,5	1377,23	9	ОКЗ ДН32
Линија 5	1	пара/ваздух	83.000,00	96,53	12	210	3	2800	1900	0,18	182,89	2,5	457,24	9	ОКЗ ДН20
Линија 5	2	пара/ваздух	172.000,00	200,04	12	210	3	2800	1900	0,38	379,01	2,5	947,53	9	ОКЗ ДН32
Линија 5	3	пара/ваздух	123.000,00	143,05	12	210	3	2800	1900	0,27	271,04	2,5	677,60	9	ОКЗ ДН20
Линија 5	4	пара/ваздух	123.000,00	143,05	12	210	3	2800	1900	0,27	271,04	2,5	677,60	9	ОКЗ ДН20
Линија 5	5	пара/ваздух	123.000,00	143,05	12	210	3	2800	1900	0,27	271,04	2,5	677,603	9	ОКЗ ДН20
Хемијска пр.	1	пара/ваздух	500.000,00	581,50	12	210	4	2800	1900	1,10	1101,78	2,5	2754,47	8	ОКЗ ДН40
Хемијска пр.	2	пара/ваздух	500.000,00	581,50	12	210	4	2800	1900	1,10	1101,78	2,5	2754,47	8	ОКЗ ДН40
Хемијска пр.	3	пара/ваздух	500.000,00	581,50	12	210	4	2800	1900	1,10	1101,78	2,5	2754,47	8	ОКЗ ДН40

Табела 4 Димензионисање одвајача кондензата у Фабрици "површинска заштита"

МЕРА бр 4 односи се на активности на уштеди воде. Мерењем је уочено да је значајна потрошња воде у нерадном времену када нема производње. Притисак воде на улазу у "Шест Топола" варира у интервалу од 6-7 bar. Стога је изведена уградња програмабилног регулатора притиска IR-130 (произвођач предузеће ИНОВА, Београд), који би у нерадном времену одржавао притисак од 3 bar (слика 7). Применом програмабилних хидрауличких регулатора притиска директно се смањују губици воде (трошкови) и амортизациони трошкови, а продужава се век инсталације и корисничке опреме.

Уградњом опреме која је већ постојала у фабрици (пумпе и цевовода), формиран је циркулациони вод из јаме ЕСКИ за хлађење катафорезе (слика 8). Показало се да уграђена постојећа пумпа (18 kW, 40 m, 80 m³/h, 2980 o/min), може да задовољи потребе за хлађењем у зимском периоду. Анализирају се могућности и решења за уградњу додатног хладњака за воду, како би се постојећи систем користио и у периоду јун-септембар. Тренутно се потхлађивање воде у резервоару врши водом из бунара (локацијски је 50 m од овог резервоара) који скупља дренажну воду са те локације. Вишак воде у резервоару се преливом избацује у канализацију.

Анализирајући месечну потрошњу воде у целој фабрици на месечном нивоу у 2004. и 2005. години, и узимајући у обзир да су временски услови и обим производње у наведеним периодима приближно исти, види се да је применом наведених мера потрошња пала са 54.645 m³ на 26.963 m³. Уштеда је 27.682 m³, односно преко 50 %, што представља уштеду од 15.778,74 € само у току месеца децембра 2005!



Slika 7 Detalji ugradnje programabilnog regulatora pritiska



Slika 8 Ugrađena pumpa na cirkulacionom vodu, Detalji rezervoara (jame) ESK1

Економски ефекат поменутих мера приказани су у следећој табели:

Табела 5

Редни број	Назив мере	Годишња уштеда енергије	Финансијски ефекат примењене мере	Трошкови примене мере и годишњег одржавања	Рок повраћаја инвестиције	
					година	месеци
1	Превезивање вода ТВВ 300	1.066,28 MWh	52.204,56 €	24.539,88 €	0,47	5,64
2	Изоловање цевовода	237,98 MWh	11.608,47 €	8.683,40 €	0,75	9
3	Замена одвајача кондензата	1.000,00 MWh	55.000,00 €	5.500,00 €	0,10	1,2
4	Уградња програмабилног регулатора притиска	280.000 m ³	159.600,00 €	21.090,91 €	0,13	1,6
	Уградња рециркулационог система за хлађење на линији катафорезе					
УКУПНО			278.413,03 €	59.814,19 €	0,21	2,58

Дакле, реализацијом овог техничког решења у предузећу "Застава аутомобили" трошкови енергената на годишњем су се смањили за око 280.000 €, при чему је важно напоменути да се ради о мерама са брзим роком повраћаја уложених средстава.

5 Литература

1. Takahashi, S., K. Toda, K. Ichihara, and K. Uchiyama. (1999). Recent Approaches for Saving Energy in Automotive Painting. International Body Engineering Conference and Exposition, Detroit, Michigan (U.S.). Reprints available from SAE International, http://www.sae.org/misc/tech_info.htm#1999-01-3188.
2. Leven, B. and C. Weber. (2001). Energy Efficiency in Innovative Industries: Application and Benefits of Energy Indicators in the Automobile Industry. In: 2001 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry Proceedings Volume 1. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), Washington, D.C. pp 67-75.
3. Ganapathy, V. (1994). Understand Steam Generator Performance. Chemical Engineering Progress. December.
4. Fiorino, D. P. (2000). Steam Conservation and Boiler Plant Efficiency Advancements. In: Twenty-second National Industrial Energy Technology Conference Proceedings. Houston, Texas. April 5-6: 184-202.
5. Castellow, C., C. E. Bonnyman, H. G. Peach, J. C. Ghislain, P. A. Noel, M. A. Kurtz, J. Malinowski, and M. Kushler. (c. 1997). Energy Efficiency in Automotive and Steel Plants
6. Гордић Д., Бабић М., Јовичић Н., Шуштершич В., Јелић Д., Методи дијагностиковања одвајача кондензата, ХИИ Симпозијум термичара СЦГ, Соко Бања, 18.-21. октобар, 2005
7. Максимовић С., Тодоровић С., Гордић Д., Улога енергетског менаџера у рационалном коришћењу енергије у индустријском предузећу, КОНФЕРЕНЦИЈА ОДРЖАВАЊА "КОД-2006" ТИВАТ, 27-30. јун 2006., стр. 59-60
8. Тодоровић С., Максимовић С., Гордић Д. Анализа стања, дијагностика, технички и економски ефекти спровођења мера одржавања и замене одвајача кондензата, КОНФЕРЕНЦИЈА ОДРЖАВАЊА "КОД-2006" ТИВАТ, 27-30. јун 2006., стр. 91-92.
9. Гордић, Д. и група аутора: Студија Прелиминарни енергетски биланс Фабрике "Површинска заштита", А.Д. "Застава- Аутомобили", Пројекат I.EE 302-1019V
10. Гордић, Д. и група аутора: Студија: Дефинисање и техно-економска анализа мера за смањење трошкова топле воде и паре у лакирници "Заставе аутомобили" а.д. Пројекат I.EE 302-1019V
11. Гордић, Д. и група аутора: Елаборат: Извештај о мерењу потрошње воде у "Застава аутомобили" а.д. Пројекат I.EE 302-1019V
12. Гордић, Д. и група аутора: Елаборат: Приказ и анализа учинка примењених мера на енергетску ефикасност фабрике "Површинска заштита" Пројекат I.EE 302-1019V

ПРИМЉЕНО: 08 JUN 2010			
Орг. јед.	Број	Прилог	Бредитет
09-1/		1726	

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу бр од 22.04.2010. године именовани смо за рецензенте техничког решења „Повећана енергетска ефикасност постројења за лакирање шкољки путничких аутомобила фабрике Застава аутомобили“ аутора: др Душана Гордића, ванредног професора, др Милуна Бабића, редовног професора, др Небојше Јовичића, ванредног професора, др Добрице Миловановића, редовног професора, др Вање Шуштершич, доцента, др Дубравке Јелић, истраживач-сарадника, др Давора Кончаловића, истраживач-сарадника, мр Ненада Милорадовића, асистента. На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Повећана енергетска ефикасност постројења за лакирање шкољки путничких аутомобила фабрике Застава аутомобили“ аутора др Душана Гордића, ванредног професора, др Милуна Бабића, редовног професора, др Небојше Јовичића, ванредног професора, др Добрице Миловановића, редовног професора, др Вање Шуштершич, доцента, др Дубравке Јелић, истраживач-сарадника, др Давора Кончаловића, истраживач-сарадника, мр Ненада Милорадовића, асистента, реализовано 2006. године, приказано је на 16 страница формата А4, писаних Cambria фонтом, једноструким (сингл) проредом, садржи 8 слика и 5 табела. Састављено је од следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже) и
5. Литература.

Техничко решење припада области енергетска ефикасност.

Техничко решење је реализовано у оквиру рада на пројекту министарства за науку Републике Србије – I.EE 302-1019V за корисника Застава аутомобили, ад, Крагујевац.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена у пратећим пројектним елаборатима и презентована на више научно-стручних скупова. Примена предложеног техничког решења реализована је у предузећу Застава аутомобили, ад, Крагујевац

МИШЉЕЊЕ

Аутори наведеног техничког решења су јасно приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Коришћењем савременог приступа енергетског билансирања индустријских процеса оригинално примењеног на


постројење за лакирање шкољки путничких аутомобила, уз употребу базних инжењерских принципа рационалног газдовања енергијом који се односе на дистрибуцију и коришћење паре и топле воде као енергента, као и воде, аутори овим техничким решењем дефинисали су конкретне мере које су допринеле повећању енергетске ефикасности постројења.

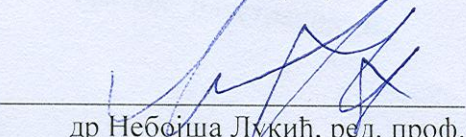
Реализацијом овог техничког решења имплементирани су мере које су допринеле предузећу "Застава аутомобили" да смањи трошкове енергената (топлотне енергије и воде) за око 280.000 € на годишњем нивоу, при чему је важно напоменути да се ради о мерама са брзим роком повраћаја уложених средстава и за чију имплементацију нису била неопходна релативно велика финансијска средства.

Предложена методологија за анализу могућности примене поменутих мера, може се ефикасно применити не само у предузећима аутомобилске индустрије, него и у било ком постројењу сличног типа у коме се користе наведени енергенти.

Са задовољством предлажемо да се техничко решење „Повећана енергетска ефикасност постројења за лакирање шкољки путничких аутомобила фабрике Застава аутомобили“ прихвати као ново техничко решење (битно побољшани постојећи производи и технологије – рационална употреба енергије (M84 - према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008))).

08.06.2010., у Нишу и Крагујевцу


др Младен Стојиљковић, ред. проф.
Машински факултет Ниш


др Небојша Лукић, ред. проф.
Машински факултет Крагујевац



Универзитет у Крагујевцу
Машински факултет у Крагујевцу
Број : ТР-34/2010
10. 06. 2010. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу на својој седници од 10. 06. 2010. године на основу члана 200. Статута Машинског факултета, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**Повећана енергетска ефикасност постројења за лакирање шкољке путничког аутомобила**“, аутора **Др Душана Гордића, др Милуна Бабића, др Небојше Јовичића, др Добрице Миловановића, др Вање Шуштершич, Дубравке Јелић, Давора Кончаловића и мр Ненада Милорадовића.**

Решење припада класи **М84**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Младен Стојиљковић, ред. проф., Машински факултет Ниш**
2. **Др Небојша Лукић, ред. проф., Машински факултет у Крагујевцу**

Достављено:
Ауторима
Архиви

Декан Машинског факултета
Проф. др Мирослав Бабић

