

Avtomatizacija peči za keramiko v podjetju Keramika Bojnec d.o.o.

Boris Kralj, Simon Tržan, Tomaž Velečič, Miha Bastašič, Primož Gerlič
Mentorja: doc. dr. Boris Curk, izred. prof. dr. Peter Cafuta
Univerza v Mariboru, FERI, Smetanova ul. 17, Maribor
simon.trzan@gmail.com

Automation of a ceramic kiln

This paper represents the results of our research [1], from which we conclude our approach to automation of a ceramic kiln in Keramika Bojnec. We propose an installment of extra burners and regulators in the existing kiln (Italforno). This will help to improve the temperature profile, which is the main problem of the present design and is also the main cause of unnecessary waste in ceramic production.

1 Uvod

Izdelava predmetov iz keramike spada v najstarejše človekove dejavnosti. Ljudje so že v kameni dobi uporabljali glino za tesnenje iz šibja spletenih posod. Naključno se je odkrilo, da se z žganjem glina strjuje in s tem pridobiva na trdnosti. Zaradi tega se je izdelava keramike hitro razvijala. Poudarek se je dajal estetskemu in uporabnemu izgledu.

Kasnejše kulturne civilizacije so v novejši zgodovini dosegale visoko stopnjo obrtne spretnosti na področju keramike. Stari Egipčani so v kraljevih grobnicah puščali ogromno predmetov iz keramike. Njihova izdelava kaže na visoko kulturo za obliko in barvo. Tehnični in umetnostni napredek na področju lončarstva v srednjem veku, se opazi na grških vazah in terakoti. Kasnejši Arabci in Mavri, ki so uvedli nove oblike in tehnike. V srednjem veku so po selitvi narodov pomembne dosežke v keramiki dosegli v Italiji. Celo do danes so se ohranili izrazi: majolika - po otoku Majorika, nadalje fajansa - po italijanskem mestu Faenci.

Razvoj izdelave keramike je v zadnjih 50 - ih letih usmerjen na industrijsko proizvodnjo. Z uvedbo visoko produktivnih strojev, kvalitetnih

peči, izpolnitvijo tehnologije, pripravo surovin, glazur ter tehnike dekoriranja.

2 Peč za keramične izdelke

Žganje je najpomembnejši keramični proces. Šele po žganju na visokih temperaturah dobi keramika želeno trdnost in kvaliteto.

Pri pridobivanju podatkov o peči smo imeli veliko več problemov, kot smo sprva pričakovali. V podjetju niso imeli prav nobene dokumentacije. Peč so kot odsluženo pripeljali iz Italije in jo na novo postavili. Prav tako so na peči že sami izvedli nekaj izboljšav. Tudi glede tehnološkega postopka smo imeli kar nekaj težav. Zaposleni niso imeli nobene dokumentacije in so nam postopek predstavili kar »iz glave«. Kljub temu smo dobili nekaj osnovnih podatkov in si zapisali trenutno stanje temperature vzdolž celotne peči.



Slika 1: Peč za keramiko Italforno

Peč se uporablja za 3 vrste žganja:

- a) Temperatura žganja $970^{\circ}\text{C} \div 1060^{\circ}\text{C}$.
Žganje surovcev (biskvitno žganje).
- b) Temperatura žganja $1000^{\circ}\text{C} \div 1080^{\circ}\text{C}$.
Žganje loščenih izdelkov, izdelkov s

podglazurno tehniko dekontiranja in odlepne slike prilagojene za te temperature.

c) Temperatura žganja 740°C - 850°C. Žganje poslikav na glazuro in žganje odlepnih slik prilagojenih za te temperature.

3 Opis peči

Peč ima 5 plinskih gorilnikov. Prva dva sta na 15. metru dolžine peči, naslednja dva pa na 18. metru. Sami pa so dodali še enega na vrhu, ki je na 17. metru dolžine peči. S tem sta ustvarjeni dve gorilni coni. Najvišja temperatura, ki jo dosežejo pa je na med tema conama.



Slika 2: Eden od gorilnikov

Za regulacijo je uporabljenih 5 temperaturnih regulatorjev:

- 2× [SHIMADEN sr72](#) (za prvo gorilno cono)
- 1× [SHIMADEN sr91](#) (za zgornji gorilnik)



Slika 3: Temperaturni regulator Shimaden sr72



Slika 4: Temperaturni regulator Shimaden sr91
- 2× neznano (za drugo gorilno cono).

Vsak gorilnik ima torej ventil, ki regulira pretok plina za posamezni gorilnik. Odprtost lopute dotoka zraka pa je nastavljiva ročno.

Za merjenje temperature uporabljajo Ni-Cr pirometre.

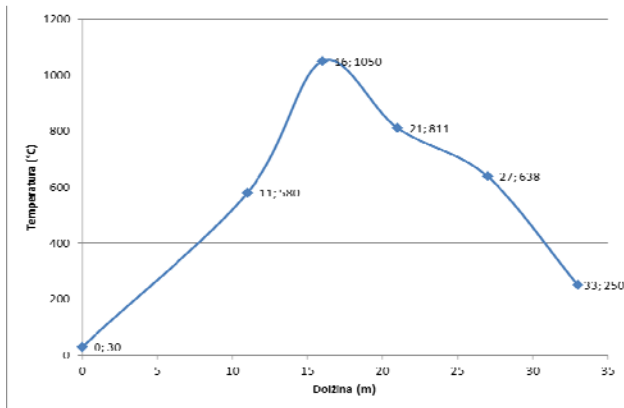
Stalaže za izdelke so izdelane iz šamote. Posebne žgane gline, ki je obstojna na visoke temperature



Slika 5: Stalaža za izdelke

4 Meritev temperature

Na peči imajo nameščenih šest merilnikov temperature. Iz spodnjega grafa lahko vidimo približen potek krivulje temperature glede na dolžino peči.



Slika 6: Temperaturni profil peči

5 Težave in pomanjkljivosti obstoječega dizajna

Po končanem oblikovanju vsebujejo keramični izdelki od 12 ÷ 25% vlage (zavisi od načina priprave). To vlago je potrebno v čim večji meri izsušiti (odstraniti) na 4-5%. To storimo v procesu žganja. Zaradi hitrega dvigovanja temperature v peči, bi izdelki s prekomerno vlago popokali. Najenostavnejše je sušenje na zraku s pomočjo temperature, ki jo oddaja peč za žganje. Kot smo videli imajo stalaže z izdelki nameščene tik ob peči, vendar v vseh primerih izdelki vseeno niso dovolj suhi.

Torej je prvi problem, ki smo ga ugotovili ta, da izdelki s preveliko vsebnostjo vlage pred žganjem v peči popokajo. To je nekako povezano s tem, da krivulja na zgornjem grafu ni gladka, temveč ima nekje na sredini peči največjo špico. Glavni krivec za takšen potek krivulje je torej neustrezna regulacija temperature v peči in hkrati nepreglednost nad celotnim procesom žganja.

Hitrost pomikanja izdelkov je v peči zelo počasna, zato je žganje dolgotrajen proces, hkrati pa lahko ugotovimo kakovost žganja šele na koncu peči.

Ugotovili smo naslednje pomanjkljivosti:

- Nekateri izdelki imajo preveliko vsebnost vlage pred žganjem v peči
- Preveliki skoki temperature v peči, kar negativno vpliva na kvaliteto izdelkov
- Prevelike izgube zaradi neustrezne

regulacije, v nekaterih primerih pa regulacije sploh ni oz. je le ta ročna s strani delavca.

6 Rešitve in predlogi

a) Kot rešitev prvega problema (prevelika vsebnost vlage polizdelkov), smo se odločili, da bi pred peč postavili še dodatni prostor oziroma bi dogradili del peči, kjer bi te polizdelke dodatno ogrevali. Ker pa bi to posledično povzročilo dodatne stroške bi za ogrevanje uporabili kar vroč zrak (plin), ki ga drugače spustijo skozi dimnik. Seveda pa bi morali strogo ločiti izpušne pline od komore. Zato za to rešitev predlagamo REKUPERATOR DIMNIH PLINOV.

Dimniki z rekuperacijo (oz. vračanjem toplote) izkoriščajo toploto dimnih plinov in odpadnega oz. odtočnega zraka iz sistema prezračevanja. Sestavljeni so iz dveh tuljav, od katerih služi notranja za odvod dimnih plinov, ki svojo toploto oddajajo svežemu ali odpadnemu zraku, ki ga kotlu dovajamo za zgorevanje skozi zunanjo tuljavo.



Slika 7: Rekuperator dimnih plinov

Pri plinskih kotlih za dovod zraka za zgorevanje in odvod dimnih plinov običajno uporabljamo dimnike z dvema koncentričnima postavljenima tuljavama, t.i. izvedbe LAS (Luft Abgas Sistem). Pri teh dimnikih je konstrukcija tuljave izvedena koaksialno (cev v cevi), kjer po zunanji strani dimne tuljave vstopa v kurilno

napravo deloma ogret zgorevalni zrak, dimni plini pa izstopajo na prosto iz notranje tuljave. Tuljave so izdelane iz materialov, ki dopuščajo kondenzacijo dimnih plinov, zato je na dnu tuljave izveden tudi sistem za zbiranje in odvajanje nastalega kondenzata.

b) Drugo in tretjo točko pa smo združili in podali naslednje rešitve:

Pomik voza je lahko ročen ali avtomatski - električen. PLC krmilnik in mikroprocesorski programator bi omogočala izredno natančno vodenje temperature žganja, ter kontrolirano ohlajanje. Zaradi zahtevnosti procesa bi k pečem dogradili nadzorni program za PC. Nadzorni program bi nam omogočal daljinski nadzor in upravljanje peči. Izveden pa bi bil s SCADA sistemom. V peči lahko dosežemo oksidacijsko ali redukcijsko atmosfero. Nadtlak v peči lahko kontroliramo in reguliramo.

6.1 Nadzorni program

Nadzorni program nam omogoča daljinski nadzor in upravljanje peči. Izveden je s SCADA sistemom. SCADA sistem nam omogoča:

- spremljanje delovanja peči na PC, neodvisno od lokacije,
- sestavljanje temperaturnega diagrama za posamezno peč,
- vizualizacijo sistema,
- spremljanje in arhiviranje temperatur,
- spremljanje in arhiviranje eventualnih napak,
- arhiviranje celotnega procesa v posebne datoteke,
- izvoz prilagojenih podatkov v informacijski sistem naročnika,

6.2 Merjenje temperature

Za meritev višjih temperatur smo izbrali pirometer M67S podjetja [BILCOM](http://www.bilcom.com).



Slika 8: Digitalni temperaturni regulatorji Watlow



Slika 9: Pirometer Bilcom M67S

Karakteristike:

$$T = 250 \dots 1650^{\circ}\text{C}$$

$$I = 4 \dots 20 \text{ mA}$$

- Gorilniki:



Slika 10: Venturi gorilnik

Uporabili bi venturijeve gorilnike, ki lahko obratujejo pri različnem pritisku plina (3,5 – 170 kPa).

7 Zaključek

Pokazali smo, da lahko sušenje in žganje glinenih izdelkov v veliki meri avtomatiziramo ter s tem pripomoremo k manjšemu odpadu. To lahko storimo z nadgradnjo že obstoječe peči.

8 Literatura

- [1] S. Tržan, B. Kralj, T. Velečič, M. Bastašič, P. Gerlič, Avtomatizacija peči za keramiko v podjetju Keramika Bojnec d.o.o., UM-FERI, Maribor 2011.
- [2] BILCOM d.o.o. (online). Pirometri (citirano 29. 01. 2011). Dostopno na naslovu: http://www.bilcom.si/bilcom_prodejni_program_pirometri.htm
- [3] Ward Burner Systems (online). Rectified Venturi Burners (citirano 27. 01. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.wardburner.com/burnersparts/rectifiedburners.html>
- [4] Cress Manufacturing Company Inc. (online). Digital Temperature Control (citirano 27. 01. 2011). Dostopno na naslovu: <http://cressmfg.thomasnet.com/viewitems/industrial-furnaces/digital-temperature-control>.
- [5] Vespo Marketing Associates, inc. (online). Auto Tune PID Controller (citirano 29. 01. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.vespo.com/about SR90.htm>
- [6] Bojan Grobovšek (online). dimniki z rekuperacijo toplote (citirano 29. 01. 2011). Dostopno na naslovu: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT134.htm>