

ZASTOSOWANIE MIKROPROCESOROWEGO REJESTRATORA DO POMIARU TEMPERATURY W PIECU KONWEKCYJNO-PAROWYM

Beata Ślaska-Grzywna

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W niniejszej pracy przeprowadzono ocenę przydatności mikroprocesorowego rejestratora temperatury MTR-06-2 firmy Vectron do rejestracji temperatury w piecu konwekcyjno-parowym. Pomiaru temperatury dokonywano w ośmiu punktach pieca równocześnie przez 60 minut nagrzewania pieca i 60 minut stygnięcia, zarówno z dodatkiem pary jak i bez – co 1 minutę. Mikroprocesorowy rejestrator wykazał się przydatnością do precyzyjnego rejestrowania temperatury w zakresie od 20°C do 200°C w badanym czasie oraz przy dodatku pary. Rejestrator wraz z dołączonym oprogramowaniem jest prosty w obsłudze i funkcjonalny.

Słowa kluczowe: mikroprocesorowy rejestrator temperatury, piec konwekcyjno-parowy, rozkład temperatury

Wprowadzenie

Nowoczesne systemy automatyki przemysłowej i pomiarowej są niezbędnym elementem współczesnych zakładów produkcyjnych, w tym również zakładów przemysłu spożywczego. Powszechnie stosowane są układy regulujące temperaturę i rejestrujące jej zmiany w czasie. Mikroprocesorowy rejestrator temperatury MTR-06-2 jest urządzeniem elektronicznym, służącym do pomiaru i rejestracji temperatury w zakresie od -100°C do +300°C. Urządzenie to wyposażone jest w alfanumeryczny wyświetlacz LCD, na którym zobrazowane są aktualne dane dotyczące wartości temperatury dla poszczególnych kanałów. Do rejestratora dołączone jest oprogramowanie do przeglądu, obróbki i archiwizacji danych zgromadzonych w czasie pomiarów.

Rejestrator może rejestrować zmiany temperatury w jednym urządzeniu, może też pracować w ciągach technologicznych [Carson i in. 2006; Domagała 1996; Ślaska-Grzywna 2000].

Cel i zakres pracy

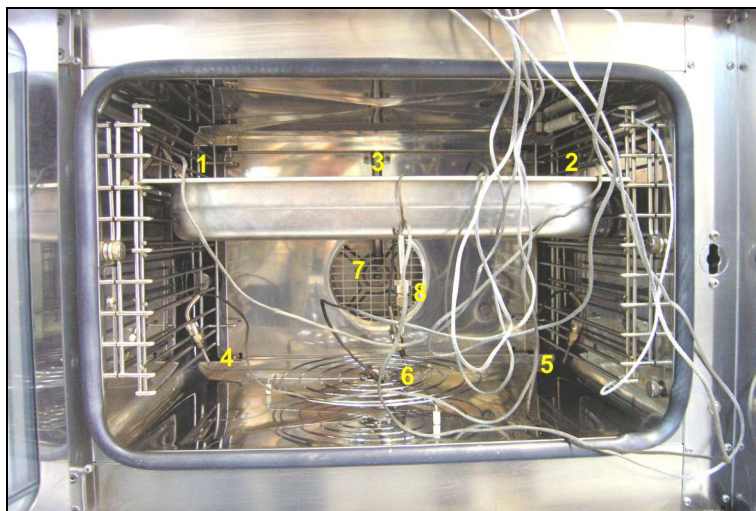
Celem pracy było przeprowadzenie oceny możliwości zastosowania mikroprocesorowego rejestratora temperatury MTR-06-2 firmy Vectron do śledzenia i rejestracji temperatury w piecu konwekcyjno-parowym podczas pracy pieca, zarówno z dodatkiem pary jak i bez.

Metodyka badań

Opis mikroprocesorowego rejestratora temperatury

Mikroprocesorowy rejestrator temperatury MRT-06-2 jest ośmiokanałowym urządzeniem elektronicznym, zbudowanym z części cyfrowej i części analogowej. Główną jednostką części cyfrowej stanowi mikrokontroler firmy Philips 80C552. Mikrokontroler wraz z zewnętrzną logiką, pamięcią programu i danych oraz zegarem czasu rzeczywistego, tworzy zwarty system mikroprocesorowy o niskim poborze mocy. Program operacyjny systemu umożliwia realizację algorytmów korekcji i uśredniania danych oraz cyfrowej linearyzacji charakterystyki rezystorów termometrycznych.

Część analogowa zbudowana jest z zespołu multiplekserów komutujących poszczególne kanały, precyzyjnego wzmacniacza instrumentalnego, zespołu korekcji rezystancji przewodów, filtra analogowego, sumatora, przetwornika analogowo-cyfrowego oraz wysoko stabilnego źródła prądowego. Poszczególne czujniki temperatury (PT-100) zasilane są tylko w czasie pomiaru, co eliminuje ich nagrzewanie [Mikroprocesorowy rejestrator... 1999].



Rys. 1. Punkty pomiarowe temperatury w komorze pieca konwekcyjno-parowego [zdjęcie autora]
Fig. 1. Temperature measurement points in convection-steam type furnace chamber

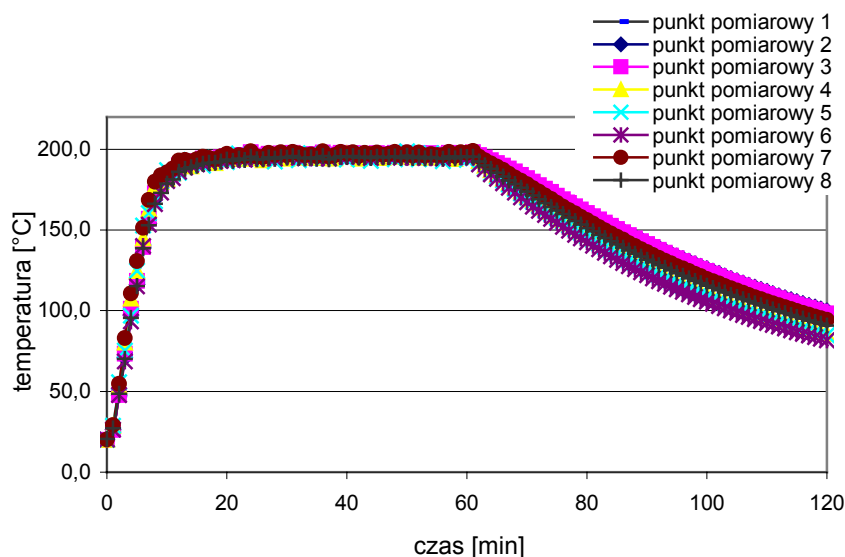
Badaniom poddano piec konwekcyjno-parowy model XV 303,6 firmy Unox. Pomiarów dokonywano równocześnie w ośmiu punktach komory pieca, w których umieszczono czujniki temperatury (rys. 1). Zastosowano czujniki temperatury PT-100, o dokładności pomiarów, w zakresie temperatury -100°C do 300°C , maksymalnie 0,2% zakresu. Temperatura zadana była równa 200°C .

Pomiaru dokonywano od momentu włączenia pieca, tj. od temperatury pokojowej równej $20^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, przez 60 minut nagrzewania i 60 minut stygnięcia, z częstotliwością rejestracji temperatury co 1 minutę. Przeprowadzono pomiary bez dodatku pary oraz z 50% dodatkiem pary.

Przekaz danych z czujników i rejestratora do komputera klasy IBM PC realizowano poprzez interfejs szeregowy RS-232, w który wyposażony był rejestrator. Odczyty temperatury w czasie rejestracji z komory pieca konwekcyjno-parowego zapisywano w rejestratorze oraz obserwowano na ekranie monitora komputerowego. Zastosowano specjalistyczne oprogramowanie firmy Vectron *Rejestrator V-2* [Mazur, Ślaska-Grzywna 2001].

Wyniki badań eksploatacyjnych

Na rysunkach poniżej przedstawiono przykłady rozkładu temperatury w komorze pieca konwekcyjno-parowego przy nastawie 200°C bez dodatku pary (Rys. 2) i z 50% dodatkiem pary (rys. 3).

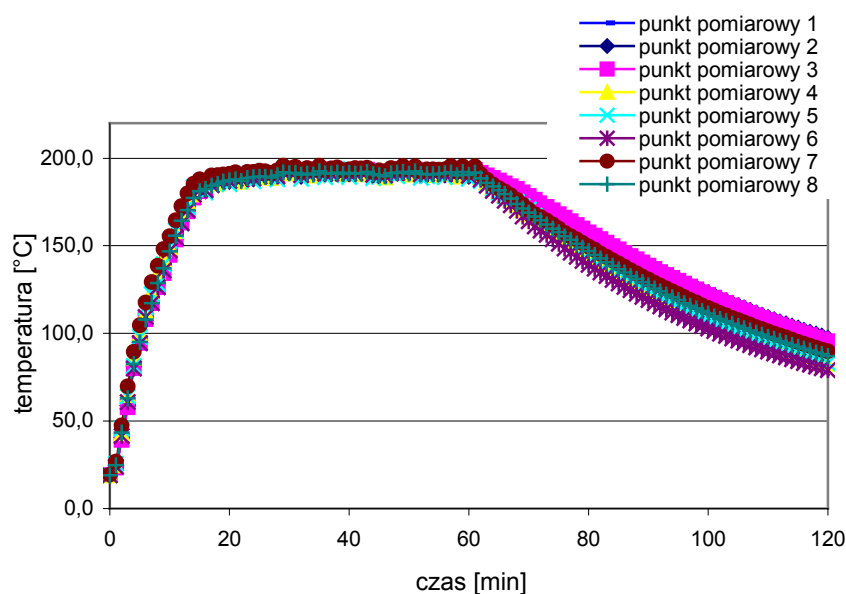


Rys. 2. Rozkład temperatury w piecu konwekcyjno-parowym bez dodatku pary

Fig. 2. Temperature distribution in the convector steam oven, no steam added

Jak przedstawiono na rysunku 2, przebieg krzywej wzrostu temperatury podczas nagrzewania jest dla wszystkich punktów pomiarowych zbliżony. W 50-ej minucie nagrzewania we wszystkich punktach pomiarowych osiągnięto temperaturę maksymalną, tj. $196,1\text{--}198,7^{\circ}\text{C}$, dla nastawu pieca 200°C . Najwyższą temperaturę zanotowano w punkcie pomiarowym 5 ($198,7^{\circ}\text{C}$) i 7 ($198,1^{\circ}\text{C}$), najniższą zaś w punktach 6 ($196,5^{\circ}\text{C}$) i 8 ($196,1^{\circ}\text{C}$), przy czym różnice nie były istotne statystycznie.

W 60 minucie piec wyłączono i obserwowano spadek temperatury w komorze pieca przez kolejne 60 minut. Rozrzut otrzymanych wartości temperatury w 60-ej minucie stygnięcia pieca kształtował się w granicach od 81,6°C (w punkcie pomiarowym 6) do 100,1°C (w punkcie pomiarowym 2), przy czym różnice te nie były istotne statystycznie.

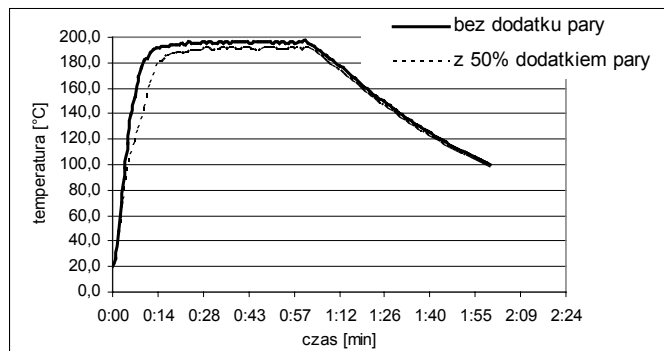


Rys. 3. Rozkład temperatury w piecu konwekcyjno-parowym przy 50% dodatku pary
Fig. 3. Temperature distribution in the convector steam oven, 50% steam added

Na rysunku 3 przedstawiono krzywe rozkładu temperatury w piecu przy dodatku 50% pary. Maksymalną temperaturę dla wszystkich punktów pomiarowych osiągnięto w 56-ej minucie nagrzewania. Wahała się ona w granicach od 192°C w punkcie pomiarowym 2 do 193,9°C w punkcie pomiarowym 1, dla nastawu temperatury w piecu 200°C. Różnice te nie były istotne statystycznie. Podczas stygnięcia pieca, po 60 minutach, zarejestrowano temperaturę od 79,1°C w punkcie pomiarowym 6 do 97,3°C w punkcie pomiarowym 2.

Różnice pomiędzy zarejestrowaną temperaturą we wszystkich punktach pomiarowych w piecu konwekcyjno-parowym bez dodatku pary a przy nagrzewaniu z dodatkiem 50% pary, dla tego samego czasu nagrzewania i nastawu pieca na 200°C, różnią się wartością o 3 do 4°C.

Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono przykładowy rozkład temperatury w punkcie pomiarowym 2 (rys. 4) i punkcie pomiarowym 4 (rys. 5).



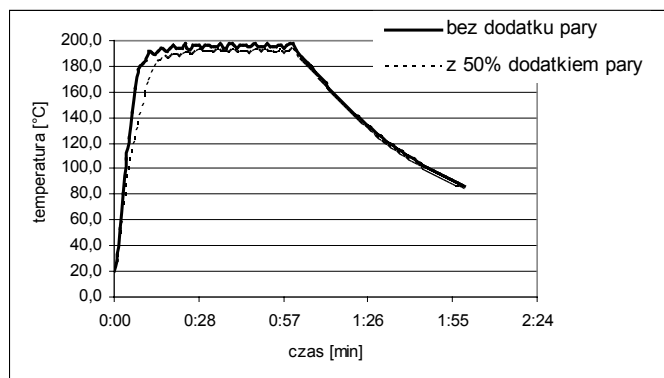
Rys. 4. Rozkład temperatury w piecu konwekcyjno-parowym w punkcie pomiarowym 2

Fig. 4. Temperature distribution in the convector steam oven in measuring point 2

Jak przedstawiono na rysunku 4 w pierwszych 5 minutach temperatura w punkcie pomiarowym 2 podczas nagrzewania bez dodatku pary wzrosła od 20,4°C do 116,3°C, natomiast z dodatkiem pary od 19,1°C do 95,0°C. Różnica pomiędzy temperaturą uzyskaną bez dodatku pary a z jej dodatkiem wynosiła w 5-ej minucie nagrzewania 21,3°C. W kolejnych minutach nagrzewania różnica ta wzrastała do 40°C w 8-ej minucie nagrzewania, po czym zaczęła maleć i w 20-ej minucie stabilizowała na wysokości 5°C do końca okresu nagrzewania.

Krzywa temperatury podczas stygnięcia pieca, tj. od 60 do 120 minuty miała przebieg podobny dla pieca nagrzanego zarówno z dodatkiem pary, jak i bez. Różnice temperatury dla obu krzywych wahały się w granicach 3–5°C.

Na rysunku 5 przedstawiono przebieg temperatury podczas nagrzewania pieca i stygnięcia w punkcie pomiarowym 4. W pierwszych 8 minutach nagrzewania temperatura bez dodatku pary wzrosła od 20,1°C do 177,6°C, natomiast z dodatkiem pary od 19,0°C



Rys. 5. Rozkład temperatury w piecu konwekcyjno-parowym w punkcie pomiarowym 4

Fig. 5. Temperature distribution in the convector steam oven in measuring point 4

do 134,5°C. Różnica pomiędzy temperaturą uzyskaną bez dodatku pary a z jej dodatkiem wynosiła w 8-ej minucie nagrzewania 43,1°C. W kolejnych minutach nagrzewania różnica ta zmalała do 7°C w 20-ej minucie nagrzewania, następnie wahała się na poziomie od 2,1°C (35-ta minuta) do 6,2°C (60-ta minuta) do końca okresu nagrzewania.

Krzywa temperatury podczas stygnięcia pieca, tj. od 60 do 120 minuty miała przebieg podobny dla pieca nagrzanego zarówno z dodatkiem pary, jak i bez. Różnice temperatury w piecu nagrzanym bez dodatku pary a z dodatkiem pary wahały się w granicach 2,8 - 3,5°C.

Podsumowanie

1. Mikroprocesorowa rejestracja temperatury dzięki rejestratorowi MTR-06-2 firmy Vectron jest procesem łatwym, a sam rejestrator jest prosty w obsłudze, funkcjonalny, dokładny i niezawodny.
2. Mikroprocesorowy rejestrator temperatury MTR-06-2 wykazał się przydatnością do precyzyjnego rejestrowania temperatury w piecu konwekcyjno-parowym w badanym czasie i zakresie temperatury od 15°C do 210°C zarówno bez, jak i przy dodatku pary.
3. Wadą rejestratora jest częstotliwość rejestracji wynosząca od 1 do 99 minut, co uniemożliwia rejestrację temperatury w procesach szybkozmiennych, nie dotyczy to jednak rejestracji temperatury w piecu konwekcyjno-parowym.
4. Uzyskane wyniki ukazały różnice w wartości temperatury zadanej od uzyskanej dla wszystkich punktów pomiarowych w komorze pieca konwekcyjno-parowego, zarówno bez, jak i z 50 % dodatkiem pary, przy czym temperatura uzyskana w komorze pieca była średnio o 3 do 4°C niższa od temperatury zadanej na pulpicie sterującym pieca.

Bibliografia

- Carson J.K., Willix J., North M.F.** 2006. Measurements of heat transfer coefficients within convection ovens. *Journal of Food Engineering*, 72, 293-301.
- Domagała A.** 1996. *Metodyka pomiarów w inżynierii przemysłu spożywczego*. PWRiL, Poznań.
- Mazur J., Ślaska-Grzywna B.** 2001. Wykorzystanie mikroprocesorowego rejestratora do określenia rozkładu temperatur w piecu laboratoryjnym, *Inżynieria Rolnicza*. Nr 11(31). s. 205-209.
- Ślaska-Grzywna B.** 2000. Badanie rozkładu temperatury w piecu laboratoryjnym. *Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej*, 256, z. 61, 323-330.
- Mikroprocesorowy rejestrator temperatury MTR-06-2. 1999. Materiały reklamowe firmy Vectron.

MICROPROCESSOR RECORDING OF TEMPERATURE IN THE CONVECTOR STEAM OVEN

Abstract. This paper presents usability assessment for the microprocessor temperature recorder MTR-06-2 from Vectron, used to record temperature in convection-steam type furnaces. The temperature measurement was carried out simultaneously every 1 minute in eight points of the furnace for 60 minutes during the furnace heating up and for 60 minutes during its cooling down, both with steam added and without steam. Microprocessor recorder has proven to be useful for precise temperature recording within range from 20°C to 200°C in the examined time, and with steam added. The recorder with enclosed software is easy to operate and functional.

Key words: microprocessor temperature recorder, convector steam oven, temperature distribution

Adres do korespondencji:

Beata Ślaska-Grzywna; e-mail: beata.grzywna@ar.lublin.pl
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Doświadczalna 44
20-236 Lublin