

# APARATURA BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

## Urządzenie do lokalizacji sensorów pomiarowych w sondach temperatury wykorzystywane do precyzyjnego wyznaczania SND w konserwie

*MACIEJ SZCZEPKA, ALICJA STASIAK, ŁUKASZ CZYŻEWSKI*

**CENTRALNY OŚRODEK BADAWCZO ROZWOJOWY APARATURY BADAWCZEJ I DYDAKTYCZNEJ  
COBRABID SP. Z O.O., POZNAŃ**

**Słowa kluczowe:** strefa najmniejszego dogrzania, sonda temperatury, wielokanałowa sonda temperatury, czujnik temperatury

### **STRESZCZENIE:**

Artykuł opisuje przyrząd pomiarowy służący do precyzyjnego lokalizowania czujników temperatury w obudowach sond temperatury. Opis dotyczy budowy urządzenia oraz metody pomiarowej.

## **A device for locating measuring sensors in temperature probes used for precise determination of SHZ in cans**

**Keywords:** the slowest heating zone, temperature probe, multi-channel temperature probe, temperature sensor

### **ABSTRACT:**

The article describes a measuring instrument used for precise location of temperature sensors in temperature probe casings. The description concerns the construction of the device and the measurement method.

## 1. WPROWADZENIE

Proces sterylizacji przedłuża trwałość żywności, należy jednak pamiętać, że zbyt długie ogrzewanie negatywnie wpływa na jakość żywności, jej wartość odżywczą, zawartość witamin oraz cechy organoleptyczne [1]. Podnosi również koszty produkcyjne zakładu. Dla optymalnego czasu prowadzenia procesu niezbędne jest wyznaczenie strefy najmniejszego dogrzenia – SND (ang. SHZ – *the slowest heating zone*) w produkcji [2]. Z założenia, jeśli wyznaczona strefa zostanie wysterylizowana, oznacza to, że cały produkt uzyskał wymaganą sterylność handlową [3]. Precyzyjne wyznaczenie strefy najmniejszego dogrzenia (SND) w konserwie powinno zostać uzupełnione o dokładne wyznaczenie lokalizacji sensora pomiarowego (czujnika) sondy temperatury.

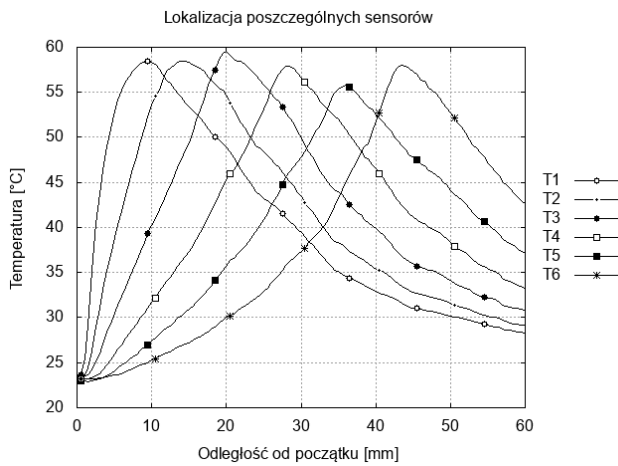
Jak podają Rao i Anantheswaran [4], ze względu na prądy konwekcyjne strefa najmniejszego dogrzenia znajduje się poniżej środka geometrycznego puszkę. Niezbędną czynnością jest określenie doświadczalne wspomnianej strefy przed rozpoczęciem jakiegokolwiek procesu cieplnego. Z kolei Vatankhah i in. [5] poddali obróbce cieplnej popularny na Bliskim Wschodzie *Haleem*, szacując centrum geometryczne jako strefę najwolniej dogrzaną. Model oparty na obliczeniowej mechanice płynów potwierdził strefę najmniejszego dogrzenia w geometrycznym środku pojemnika. Z kolei modelowe badania wykazały mniejszą zgodność z testami walidacyjnymi w czasie chłodzenia niż podczas ogrzewania. Autorzy zwracają uwagę, że może mieć to związek ze składem produktu – skrobią i zachodzącym pęcznieniem wewnątrz pojemnika oddziałującym na wartość ciśnienia wewnętrznego w puszcze. Kołodziej [6], wymieniając parametry, jakie należy wziąć pod uwagę przy produkcji konserw, zwraca szczególną uwagę na zawartość tłuszczu ze względu na jego złe przewodzenie ciepła i tworzenie bezwodnych otoczek wokół bakterii, które zmniejszają efektywność cieplną procesu.

W praktyce pomiarowej, ze względu na coraz bardziej nieregularne kształty opakowań konserw (atrakcyjne dla klienta, problematyczne dla producenta), teoretyczne wyznaczenie SND jest obarczone coraz większym błędem z powodu trudności lub braku możliwości przeprowadzenia odpowiednich obliczeń. Rośnie zatem znaczenie empirycznej weryfikacji lokalizacji SND w przestrzeni opakowania. Weryfikacja taka po-

lega zwykle na pomiarze temperatury w różnych punktach w przestrzeni opakowania podczas procesów obróbki cieplnej (pasteryzacji bądź sterylizacji). Celem uproszczenia całego procesu oraz zwiększenia dokładności pomiaru warto zastosować wielokanałowe sondy temperatury. Każda z nich wyposażona jest w większą liczbę czujników (np. 6), rozłożonych w stałych odstępach na całej długości części roboczej sondy. W tym przypadku bardzo istotna z punktu widzenia pomiaru jest znajomość dokładnego położenia czujników w płaszczu sondy. Dodatkowo proces produkcji sond pomiarowych (niezależnie od liczby czujników instalowanych w obudowach sond) nawet u wiodących producentów zawiera etapy prowadzone ręcznie, które mogą być źródłem potencjalnych problemów z lokalizacją sensorów pomiarowych. Konieczna zatem staje się weryfikacja lokalizacji czujników w obudowie sondy. Dotyczy to zarówno sond wielokanałowych, będących nowością na polskim rynku, jak i tradycyjnych sond posiadających jeden punkt pomiarowy. W dalszej części artykułu przedstawiona zostanie opatentowana metoda badania sond oraz przyrząd pomiarowy, który ją realizuje.

## 2. OPIS URZĄDZENIA I METODY POMIAROWEJ

Metoda lokalizacji czujników w obudowie sondy polega na lokalnym ogrzewaniu obudowy sondy i odczycie wartości temperatury mierzonej przez poszczególne czujniki (Rys. 2). Proces ten polega na przyłożeniu do płaszczu sondy rozgrzanego elementu grzejnego głowicy (Rys. 2-10) o kontrolowanej temperaturze (np. 90°C) i przemieszczaniu sondy (Rys. 2-2) względem głowicy. Ponieważ obudowy sond temperatury wykonywane są z metali nieżelaznych o bardzo słabych współczynnikach przewodzenia ciepła, błąd spowodowany rozgrzewaniem płaszczu sondy nie ma istotnego wpływu na wynik pomiaru. Odczyty z czujników temperatury są rejestrowane przy pomocy komputera oraz odpowiedniej aplikacji. Dane przedstawione są w postaci czytelnego wykresu (Rys. 1) temperatury w funkcji odległości od końca obudowy sondy – oddzielnie dla każdego czujnika. Aplikacja automatycznie lokalizuje punkty, w których poszczególne czujniki zmierzyły najwyższą temperaturę. Punkty te są uznawane za miejsca lokalizacji czujników.



**Rysunek 1** Wykres temperatury zmierzonej przez czujniki umieszczone w obudowie sondy w funkcji odległości od końca obudowy sondy

Szkic urządzenia służącego do lokalizacji czujników w obudowach sond temperatury przedstawiony jest na Rysunku 2. Sonda (1) zawierająca w sobie czujniki (2) instalowana jest w ruchomym uchwycie przyrządu pomiarowego (4). Swobodny koniec sondy (3) umieszcza się na podporze (8) urządzenia. Do wierzchołka sondy przykładają się grot głowicy (10) z grzałką o ściśle określonej temperaturze (9). Po upływie ustalonego czasu moduł pomiarowy (11) odczytuje zmierzona przez czujnik wartość temperatury. Następnie układ mechaniczny (5) wyposażony w silnik (7) z wbudowanym enkoderem za pomocą śruby pociągowej (6) przesuwa ruchomy uchwyt (4) trzymający sondę o zadaną przez użytkownika odległość – np. 1 mm – po czym proces jest powtarzany.

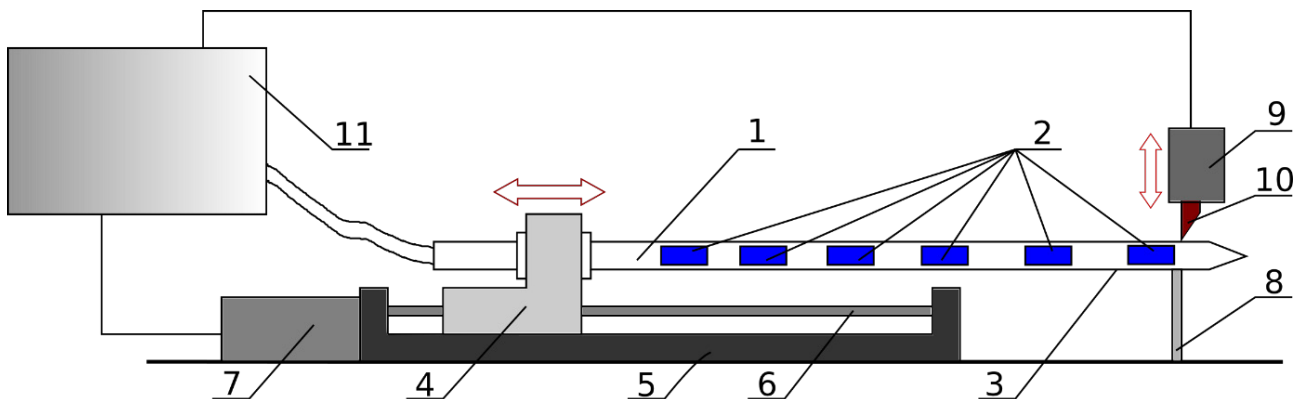
Użytkownik przy pomocy odpowiedniej aplikacji (Rys. 3) ma wpływ na wartość takich parametrów jak:

- temperatura głowicy,
- czas nagrzewania sondy,
- liczba punktów pomiarowych,
- odległość pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi.

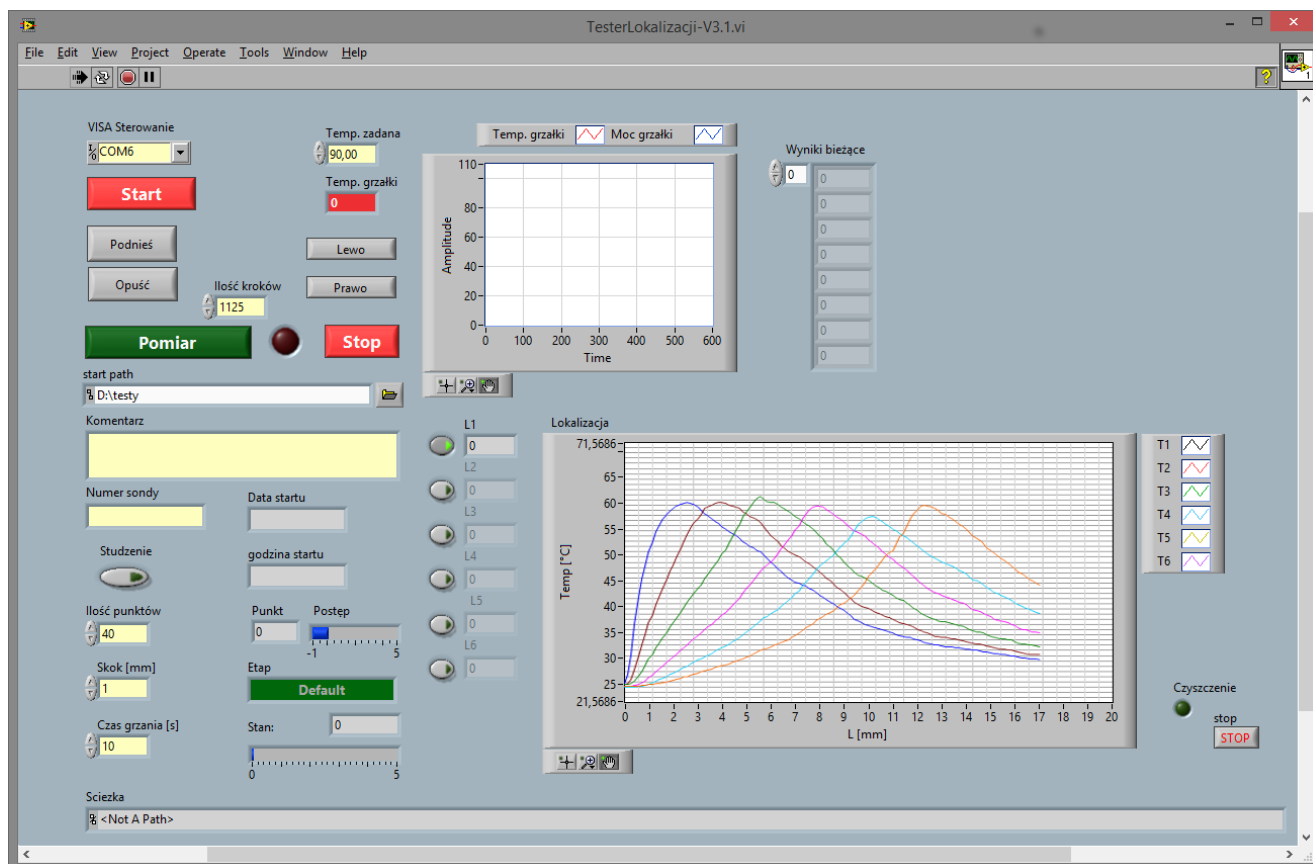
Dostępne są także dwa warianty procedury pomiarowej – z oczekiwaniem na wystudzenie obudowy sondy po każdym pomiarze oraz z pominięciem tego kroku. Pierwszy wariant jest bardziej wiarygodny i stosuje się go podczas pomiarów wymagających większej dokładności. Jego jedyną wadą jest stosunkowo długi czas pomiaru. Po każdym odczycie wartości temperatury głowica jest odsuwana od obudowy sondy i aplikacja odczytuje wskazania czujników temperatury. Dopiero kiedy wskazania wszystkich czujników przekroczą ustalony przez użytkownika próg temperatury (sonda ostygnie), wykonywany jest kolejny krok procedury pomiarowej.

Drugi, uproszczony wariant procedury pomiarowej nie uwzględnia procesu studzenia, co bardzo skraca czas pomiaru. W większości przypadków wyniki uzyskane obiema metodami pokrywają się z dużą dokładnością, więc nie ma potrzeby stosowania wariantu pierwszego w codziennej praktyce laboratoryjnej.

Sposób ustalania lokalizacji sensorów pomiarowych w wielopunktowych lub jednopunktowych sondach temperatury i przyrząd pomiarowy do realizacji tego sposobu został opisany w zgłoszeniu patentowym nr P.423655 [7].



**Rysunek 2** Szkic urządzenia do lokalizacji czujników w obudowach sond temperatury



Rysunek 3 Interfejs użytkownika aplikacji sterującej przyrządem do lokalizacji czujników w obudowach sond temperatury

### 3. PODSUMOWANIE

Zaprezentowane urządzenie powstało z myślą o kontroli jakości sond temperatury wykorzystywanych w urządzeniach do monitoringu procesów cieplnego utrwalania żywności znajdujących się w wielu zakładach przemysłu spożywczego. Wielopunktowe pomiary temperatury znajdują zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu spożywczego i dotyczą wielu etapów procesów produkcyjnych – zarówno podczas ogrzewania, jak

i chłodzenia – oraz w trakcie przechowywania czy transportu.

Wszystkie sondy dostępne w ofercie Centralnego Ośrodka Badawczo Rozwojowego Aparatury Badawczej i Dydaktycznej COBRABiD sp. z o.o. są sprawdzane przy użyciu opisywanego urządzenia. Po zakończeniu pomiaru generowany jest certyfikat zawierający tabelę z wynikami pomiaru, wykres oraz parametry, przy których pomiar został wykonany.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Wajdzik J., Konserwy sterylizowane klasy premium. *Gospodarka Mięsna*, 4 (2017), 30-35.
- [2] Albaali G., Farid M., *Sterilization of Food in Retort Pouches*, Springer US, 2006, 1-16.
- [3] Ramesh M. N., *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Academic Press, 2003, 5593-5603.
- [4] Rao M. A., Anantheswaran R. C., *Advances in Food Research*, Academic Press, 1988, 39-84.
- [5] Vatankhah H., Zamindar N., Shahedi Baghekhanda M., Heat transfer simulation and retort program adjustment for thermal processing of wheat based Haleem in semi-rigid aluminum containers. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (2015), 10, 6798-6803.
- [6] Kołodziej J., *Aspekty jakości konserw mięsnych*. *Gospodarka Mięsna*, 65 (2013), 8, 50-52.
- [7] Szczepka M., Mizgalski I., Poliszko S., Taterczyński W., Zgłoszenie patentowe „Sposób ustalania lokalizacji sensorów pomiarowych w wielopunktowych lub jednopunktowych sondach temperatury i przyrząd pomiarowy do realizacji tego sposobu” P.423655, 2017.