

## ANALIZA SKŁADNIKÓW MOCY NAPĘDU MASOWNICY DO MIĘSA

*Jarosław Diakun, Kamil Dolik, Mariusz Seńcio*  
*Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska*

**Streszczenie.** W badaniu wykonano pomiar mocy czynnej pobieranej przez układy masownicy mieszadłowej podczas pracy. Pomiar przeprowadzono dla pracy masownicy bez załadunku i z minimalnym wymaganym załadunkiem. Celem była identyfikacja i analiza energetyczna układów funkcjonalnych masownicy. Na wykresach poboru mocy zidentyfikowano punkty pracy poszczególnych układów funkcjonalnych oraz określono zakresy i porównano wartości mocy czynnej pobieranej przez poszczególne układy podczas pracy z załadunkiem i bez załadunku. Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że zastosowane wypełnienie zbiornika masownicy tylko w nieznacznym stopniu zwiększyło moc napędu mieszadła. Najbardziej dynamicznie pracującym i obciążonym napędem masownicy okazała się pompa próżniowa.

**Słowa kluczowe:** masownica, moc czynna, pomiar, proces masowania, mięso drobiowe

### Wprowadzenie

Proces masowania ma istotne znaczenie w obróbce surowca mięsnego. Jego celem jest kształtowanie parametrów tekstury produktu końcowego poprzez mechaniczną obróbkę surowca. Na skalę przemysłową proces masowania prowadzi się w masownicach próżniowych. Pijanowski [1978] definiuje masownice jako aparaty do próżniowego mieszania z równoczesnym ugniataniem wykrojonych kawałków mięsa (np. szynki, łopatki, poledwice) przeznaczonych do produkcji konserw zawierających mięso w blokach lub wędzonek. Obecne masownice są złożonymi maszynami wyposażonymi w szereg dodatkowych układów funkcjonalnych (m. in. system chłodzenia, system grzania, system natrysku surowca specjalnymi mieszankami funkcjonalnymi, umożliwiające wykorzystanie masownicy do procesu coatingu), dzięki którym producent ma możliwość takiego kształtowania cech tekstury surowca, aby jak najlepiej spełnić oczekiwania konsumentów [Diakun i in. 2009]. Ogromna różnorodność konfiguracji masownic obecnych na współczesnym rynku sprawia, że producent łatwo może dobrać urządzenie do wymagań posiadanej linii produkcyjnej [Diakun i in. 2008].

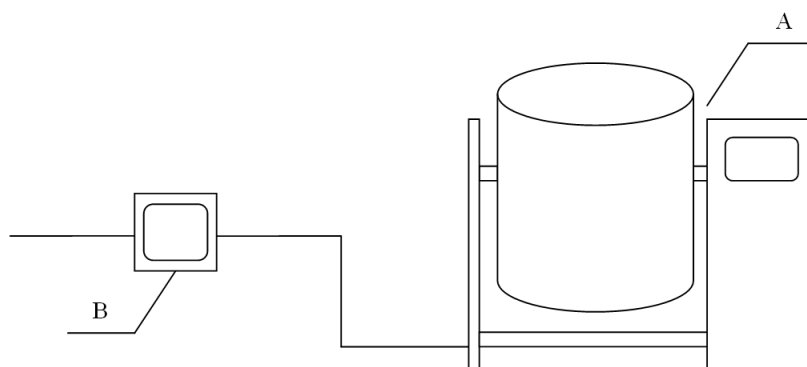
Ważny aspekt doboru maszyny stanowią zagadnienia związane ze zużyciem energii. Producentom zależy na tym, aby przy jak najniższych nakładach energii osiągnąć jak najlepszy efekt końcowy. Przekłada się to na zwiększony zysk z produkcji. Minimalizacja zużycia energii elektrycznej w procesie produkcyjnym wymaga zasobu wiedzy z zakresu energetyki, technologii i organizacji produkcji [Neryng i in. 1990]. Pozyskanie wiedzy dotyczącej energetyki procesu produkcyjnego jest problematyczne, ponieważ badania pociągają za sobą konieczność dłuższych przestoju maszyn (m. in. z powodu na czas instalowania aparatury pomiarowej) i narażają producenta na straty [Janus, 2002]. W przemyśle mięsnym mniejsze zużycie energii podczas produkcji można osiągnąć dzięki zastosowaniu szczelniejszych izolacji i nowoczesnych technologii [Wojdalski i in. 1998].

### Cel i zakres badań

Celem przeprowadzonych badań była identyfikacja i analiza mocy składników zasilania układów funkcjonalnych masownicy próżniowej MA 150. Wielkością mierzoną była moc czynna zasilania masownicy. Wielkość tą mierzono podczas pracy masownicy bez załadunku i po załadowaniu odkostnionego mięsa drobiowego. W analizie wyodrębniono moc napędu mieszadła, agregatu chłodniczego, pompy próżniowej i sterowania.

### Materialy i metody

Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rysunku 1. W badaniach wykorzystano masownicę mieszałową typ MA150 udostępnioną przez producenta – firmę Inwestpol-Consulting Sp. z o.o. Jest to masownica przeznaczona dla małych i średnich zakładów mięsnych, wyposażona w następujące zespoły funkcjonalne: napęd mieszadła, pompę próżniową, agregat chłodniczy, sterownik elektroniczny.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego. A – masownica MA150, B – miernik PM 390  
Fig. 1. Schematic diagram of the test stand. A – MA150 tumbler, B – PM390 measure

Pojemność zbiornika masownicy wynosi 150 dm<sup>3</sup>, w trakcie masowania może on pomieścić maksymalnie 100 kg surowca. Wartości znamionowe mocy poszczególnych układów funkcjonalnych masownicy MA 150 zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Moc znamionowa napędu zespołów masownicy MA 150  
Table 1. MA150 rated capacities of tumbler drives

Wielkość	Wartość	Jednostka
Moc napędu mieszadła	1,1	[kW]
Moc pompy próżniowej	0,75	[kW]
Moc agregatu chłodniczego	1,5	[kW]
Moc całkowita	4,5	[kW]

*Źródło: opracowanie własne*

Jako główny uznać można napęd mieszadła. Ma on za zadanie wprowadzenie w ruch mieszadła zainstalowanego wewnątrz zbiornika masownicy, oddziałuje mechanicznie na obrabiany surowiec. Charakter i intensywność tego oddziaływania uzależnione są od rodzaju i ilości zainstalowanych mieszadeł oraz prędkości ich obrotu. Prędkość obrotu mieszadła jest regulowana z poziomu panelu sterowniczego masownicy i zawiera się w zakresie od 0 do 25 obrotów na minutę.

Za wytworzenie i utrzymanie odpowiedniego podciśnienia w masownicy MA 150 odpowiada pompa próżniowa. Podciśnienie wykorzystywane jest również podczas przechyłu zbiornika oraz otwierania i zamykania pokrywy. Podciśnienie możliwe do uzyskania w zbiorniku może być regulowane w zakresie od 0 do 99%, natomiast przechyl bębna w zakresie od 0 do 90°.

W masownicy MA150 uzyskanie i utrzymanie wymaganej temperatury jest możliwe dzięki zastosowaniu agregatu chłodniczego. Agregat chłodniczy umożliwia utrzymanie temperatury w zakresie od -20°C do 40°C. Pomimo możliwości ustawienia w programie masowania temperatur dodatnich, masownica nie ma systemu podgrzewania wsadu. Może tylko chłodzić surowiec do zadanej temperatury.

Tabela 2. Wartości parametrów programu masowania  
Table 2. Tumbling programme parameters

Wielkość	Jednostka	Wartość
Czas	[min]	45
Rodzaj zastosowanego mieszadła	[-]	Ramię masujące (unosząco-zgarniające)
Prędkość mieszadła	[obr.·min <sup>-1</sup> ]	12
Temperatura	[°C]	0
Stopień próżni	[%]	90
Kąt pochylenia	[°]	45
Wielkość wsadu	[kg]	30
Stopień wypełnienia	[-]	30/100

*Źródło: opracowanie własne*

W badaniu wykorzystano wszystkie układy masownicy. Wartości parametrów zadane w programie masowania surowca zestawiono w tabeli 2. Badania wykonano w pojedynczym powtórzeniu, zarówno dla pracy masownicy z pustym zbiornikiem, jak i z surowcem.

Pomiaru wartości mocy dokonano za pomocą wielofunkcyjnego miernika parametrów sieci elektrycznych PM390, zapewniającego dokładność odczytu na poziomie 0,1% dla pomiarów prądu i napięcia oraz klasę 0,5 według EN 61036 dla pomiarów energii czynnej w kWh. Miernik został podpięty pod zasilanie masownicy. Wartości mocy były odczytywane na wyświetlaczu miernika i zapisywane.

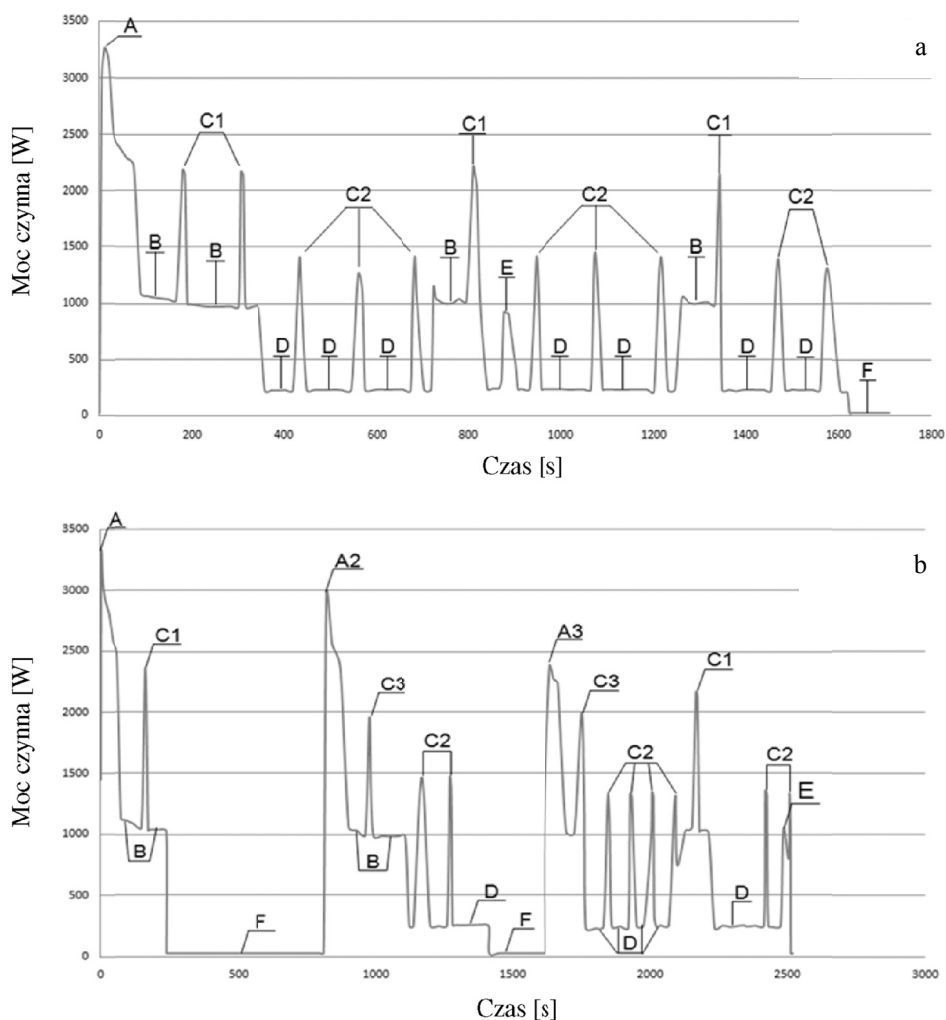
## Wyniki i dyskusja

Wyniki pomiarów poboru mocy czynnej zasilania masownicy w trakcie jej działania przedstawiono w postaci wykresów a i b na rysunku nr 2. Wykres 2a przedstawia wyniki pomiaru poboru mocy dla przebiegu bez załadunku, natomiast wykres 2b – wyniki pomiaru dla przebiegu po załadowaniu 30 kg surowca, co stanowi minimalny poziom wypełnienia (30%). W przypadku wykresu dla procesu z załadunkiem występowały przestoje masownicy powodowane koniecznością pobrania próbek masowanego surowca do dalszych analiz.

Na załączonych wykresach można zidentyfikować pobór mocy czynnej podczas pracy poszczególnych zespołów funkcjonalnych masownicy. Charakterystyczne punkty poboru mocy zostały oznaczone literowo. Najwyższa wartość pobieranej mocy występuje na starcie pracy masownicy (poziom A), gdy wszystkie układy masownicy ulegają jednoczesnemu załączeniu. Zaczyna pracować mieszadło, agregat chłodniczy, pompa próżniowa wysysa powietrze z wnętrza zbiornika i przechyla zbiornik o zadany kąt. Zauważyć można nieznaczny wzrost poboru mocy w przypadku rozruchu urządzenia wypełnionego surowcem. Dla przebiegu bez surowca wartość mocy czynnej po załączeniu programu masowania wyniosła 3,26 kW, natomiast dla przebiegu z załadunkiem 3,31 kW. Ponadto, na wykresie (rys. 2b) punkty A2 i A3 oznaczają poziomy poboru mocy przy załączeniu masownicy po okresach przestoju spowodowanych koniecznością pobierania próbek surowca.

Analizując wartości mocy w punktach A1 i A2 zauważyć można ich mniejszą wartość w stosunku do wartości mocy w punkcie A. Wyższa wartość mocy w punkcie pierwszego załączenia mogła być spowodowana koniecznością rozgrzania elementów masownicy po dłuższym okresie przestoju oraz koniecznością pokonania oporów surowca.

Po rozpoczęciu procesu nadzór nad jego przebiegiem przejmuje elektroniczny układ sterowania masownicy. Za pomocą czujników temperatury i ciśnienia sprawdza on wartości tych parametrów wewnątrz zbiornika i odpowiednio je koryguje, jeśli odbiegają od wartości zadanych. Korekcja ta odbywa się poprzez załączenie pompy próżniowej lub agregatu chłodniczego. Na obydwu przedstawionych wykresach można zidentyfikować punkty załączenia tych zespołów - układu chłodniczego oznaczone literą B oraz pompy próżniowej oznaczone literami C i E. Poziom C oznacza pobór mocy przez pompę próżniową podczas regulacji ciśnienia panującego w zbiorniku, natomiast poziom E – pobór mocy podczas przechyłu zbiornika. Zarówno na wykresie 2a, jak i 2b można zauważyć cykliczność załączania agregatu chłodniczego i pompy próżniowej. Zmiany temperatury i ciśnienia panującego w zbiorniku spowodowane są brakiem idealnej szczelności zbiornika masownicy.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Zmiany mocy czynnej zasilania masownicy MA150 w czasie: a – praca masownicy bez załadunku, b – praca z załadunkiem (30kg mięsa drobiowego). Oznaczenia na wykresach poboru mocy: A – w chwili załączenia masownicy, B – przez agregat chłodniczy przy jednoczesnej pracy mieszadła i układu sterowniczego, C1, C3 – przez pompę próżniową do odsysania powietrza przy jednoczesnej pracy mieszadła, sterownika i układu chłodniczego, C2 – przez pompę próżniową do odsysania powietrza przy jednoczesnej pracy mieszadła i sterownika, D – przez napęd mieszadła, E – przez pompę próżniową podczas przechylania bębna i przy jednoczesnej pracy mieszadła i układu sterowniczego, F – przez układ sterowania masownicy podczas wstrzymania pracy pozostałych układów funkcjonalnych

Fig. 2. Changes of MA150 tumbler real power in time: a – test with the empty tumbler container, b – test with 30 kg poultry meat load. Symbols on power consumption diagrams: A – at the start of the process, B – through a cooling system at the simultaneous work of an agitator engine and a control system, C1, C3 – through a vacuum pump (making vacuum in a container) at the simultaneous work of an agitator engine, a cooling system and a control driver, C2 – through a vacuum pump (making vacuum in a container) at the simultaneous work of an agitator engine and a control driver, D – through an agitator driver, E – through a vacuum pump (changing the container position), agitator engine and control drive working, F – through a control system of a tumbler when the work of the remaining functional systems is ceased

Ze wszystkich napędów masownicy tylko napęd mieszadła podczas procesu masowania pracuje w sposób ciągły, bez przestojów. Na wykresach pobór mocy podczas tej pracy obrazuje poziom D. Na wykresie 2b ponadto wyszczególnić można punkty pracy układu sterowniczego podczas przestoju masownicy (poziom F). Zakresy mocy zarejestrowane podczas badania dla każdego z zespołów funkcjonalnych zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zakresy mocy czynnej zarejestrowanych dla każdego z układów masownicy  
Table 3. The real power ranges for every tumbler system

Układ funkcjonalny	Bez obciążenia [W]		Z obciążeniem [W]	
	Od	Do	Od	Do
Mieszadło	202,31	210,56	214,81	231,16
Pompa próżniowa (wysysanie powietrza ze zbiornika)	1034,10	1097,00	1011,90	1318,00
Pompa próżniowa (przechył zbiornika)	602,00	717,50	709,80	795,40
Agregat chłodniczy	742,10	770,30	745,70	799,70
Sterowanie	23,59	24,14	23,52	24,23

*Źródło: obliczenia własne*

Można zauważyć stosunkowo małą różnicę mocy napędu mieszadła obciążonego surowcem w odniesieniu do mocy biegu jałowego oraz mocy zainstalowanej silnika napędowego. Możliwe, że wzrost mocy mieszadła byłby wyższy przy większym stopniu załadowania bębna. W tym eksperymencie nie przeprowadzono badań przy większym stopniu wypełnienia. Stosunkowo wysoka jest moc napędu pompy próżniowej w porównaniu do innych napędów. Wartość mocy pompy próżniowej zarówno podczas pracy bez wsadu jak i z wsadem znacząco przekracza wartość jej mocy znamionowej. Pompa próżniowa jest układem, której cykl pracy podczas ma największą częstotliwość załączeń. W trakcie trwania masowania jest ona załączana i wyłączana wielokrotnie. Znacznie rzadziej włączany jest agregat chłodniczy.

## Wnioski

Trzydziestoprocentowe wypełnienie masownicy tylko nieznacznie zwiększyło moc czynną pobieraną przez napęd mieszadła. Najbardziej dynamicznie pracującym i obciążonym zespołem w badanej masownicy jest pompa próżniowa. Moc czynna pompy próżnio-

wej podczas pracy bez i z załadunkiem przekraczała wartość jej mocy znamionowej. Napęd miesadła oraz agregat chłodniczy były dobrze dobrane w stosunku do występującego podczas pracy masownicy obciążenia. Załączenia pompy próżniowej w celu regulacji wartości parametru ciśnienia w bębnie odbywały się w zbliżonych odcinkach czasu. Załączenia agregatu chłodniczego w celu regulacji wartości parametru temperatury odbywały się w zbliżonych odcinkach czasu.

## Bibliografia

- Diakun J., Seńcio M.** (2008): Przegląd konstrukcyjno-funkcjonalny masownic do mięsa. Część I: Masownice bębnowe i miesadłowe, *Postępy techniki przetwórstwa spożywczego*, 1, 55-62.
- Diakun J., Seńcio M.** (2009): Przegląd konstrukcyjno – funkcjonalny masownic do mięsa. Część III: Wyposażenie i funkcje dodatkowe masownic. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2, 124-130.
- Janus P.** (2002): Metoda pomiaru energii użytecznej w procesie technologicznym przetwórstwa żywności oparta na stratach poszczególnych silnika elektrycznego i maszyny roboczej. *Technologia Alimentaria*, 1, 103-111.
- Neryng A., Wojdalski J., Budny J., Krasowski E.** (1990): Energia i woda w przemyśle rolno-spożywczym. WNT Warszawa, ISBN: 978-83-20410-75-4.
- Pijanowski E.** (1978): *Encyklopedia Techniki, Przemysł Spożywczy*, Warszawa, WNT.
- Seńcio M., Diakun J.** (2009): Analiza parametryczna konstrukcji masownic do mięsa, *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 1, 62-63.
- Wojdalski J., Domagała A., Kaleta A., Janus P.** (1998): Energia i jej użytkowanie w przemyśle rolno-spożywczym. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, ISBN 83-00-03156-1.
- Strona producenta maskownicy: Dostępny w internecie [http:// www.inwestpol-consulting.pl](http://www.inwestpol-consulting.pl).

## ANALYSIS OF THE MEAT TUMBLER DRIVE POWER COMPONENTS

**Abstract.** The real power of the tumbler systems during the work was measured in this experiment. The real power of the tumbler system was measured twice: during the work without load and during the work with the minimal required load level. The aim of the experiment was identification and energy analysis of the tumbler working systems. The work points of particular functional systems were identified on power consumption diagrams and ranges were determined. Finally values of the real power collected by particular systems during the work with and without load were compared. The most dynamically working and loaded tumbler drive was a vacuum pump.

**Key words:** tumbler, real power, measure, tumbling process, poultry meat

### Adres do korespondencji:

Jarosław Diakun; e-mail: [jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl](mailto:jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl)  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
Politechnika Koszalińska  
ul. Raławicka 15-17  
75-620 Koszalin