

## ANALIZA ZUŻYCIA ELEMENTÓW ROBOCZYCH DZIELARKI CIASTA CHLEBOWEGO

*Paweł Jankowiak<sup>1</sup>, Stanisław Nosal<sup>2</sup>*  
*Firma Wieczorek, Gostyń<sup>1</sup>*

*Institut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, Politechnika Poznańska<sup>2</sup>*

**Streszczenie.** Obiektem badań są linie formowania kęsów ciasta chlebowego. Linia składa się z sześciu urządzeń: wywrotnicy dzież, dzielarki ciasta, zaokrąglarki taśmowej, wydłużarki walcowej, odprężnika i odbieracza. Jej wydajność wynosi 1800–2680 (szt·h<sup>-1</sup>). W pracy przedstawiono wyniki badania awaryjności pięciu linii formowania kęsów ciasta chlebowego. Podstawowym źródłem informacji o ich uszkodzeniach były „karty serwisowe”, bezpośredni kontakt z serwisantem oraz „karty pracy maszyn” służb utrzymania ruchu w piekarniach. Wykonane badania wykazały, że najsłabszym ogniwem linii jest dzielarka ciasta. Traci ona zdolność użytkową m.in. wskutek zużycia elementów roboczych mechanizmu dzielącego. Pomiar liniowe odcinaka ciasta i poszycia bębna dzielącego wykazały, że mechanizm dzielący przestaje prawidłowo funkcjonować, jeśli zużycie jego elementów roboczych osiągnie wartość 0,05–0,10 mm.

**Słowa kluczowe:** linia formowania, awaryjność, dzielarka ciasta, bęben dzielący, odcinak ciasta, zużycie tribologiczne.

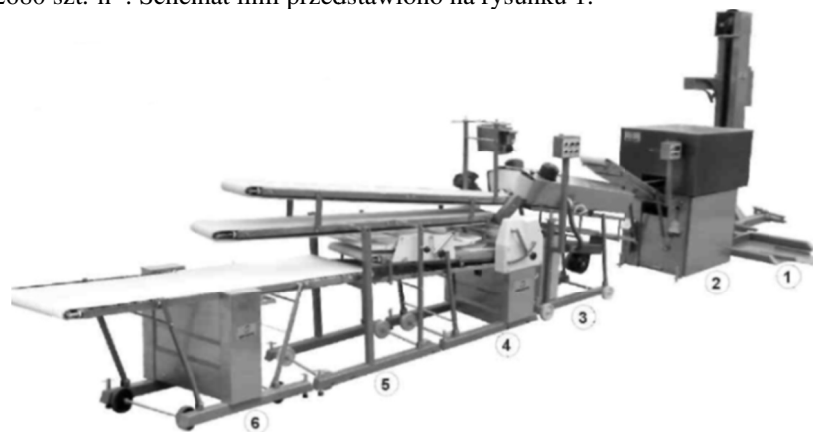
### Wprowadzenie

Przemysł spożywczy w Polsce podlegał w minionych latach bardzo intensywnej transformacji i unowocześnianiu. Wprowadzono złożone procesy produkcyjne i urządzenia technologiczne. Ciągłość realizacji procesów produkcyjnych zależy od wielu czynników, jednak w dużej mierze zależy od niezawodności obiektów technicznych wchodzących w skład linii technologicznych. Awaria lub niewłaściwe działanie wymusza konieczność ich zatrzymania lub powoduje obniżenie jakości, a nawet dyskwalifikację produktu, co zawsze generuje straty. Dlatego tak wielkie znaczenie ma utrzymanie linii technologicznych w stanie zdolności. W dużym stopniu ułatwia to znajomość ich awaryjności. O znaczeniu tego problemu świadczą liczne publikacje, m. in. (Lewandowski i Kikiewicz, 1989; Lewandowski, 2008; Marks, 2007; Nosal, 2009).

Celem pracy jest identyfikacja najsłabszego ogniwa linii formowania kęsów ciasta chlebowego oraz określenie zużycia odcinaka i poszycia bębna dzielarki.

### Charakterystyka linii formowania kęsów ciasta chlebowego

Linie tworzy sześć urządzeń, a mianowicie: wywrotnica dzież, dzielarka ciasta, zaokrąglarka taśmowa, wydłużarka walcowa, odprężnik i odbieracz. Jej wydajność wynosi  $1800\div 2680$  szt. $\cdot$ h<sup>-1</sup>. Schemat linii przedstawiono na rysunku 1.



Źródło: Jankowiak, (2009); Materiały Firmy Wieczorek, (2010)

Rysunek 1. Ustawienie linii w kierunku obróbki ciasta w lewo; 1 – wywrotnica dzież WD-3000, 2 – dzielarka ciasta DZ-140, 3 – zaokrąglarka taśmowa Z-1350, 4 – wydłużarka walcowa WW-1350, 5 – odprężnik ODR-2000, 6 – odbieracz OD-2700

Figure 1. Placing the line towards dough processing to the left; 1 – kneader discharge WD-3000, 2 – dough divider DZ-140, 3 – belt rounder Z-1350, 4 – roller elongator WW-1350, 5 – decompressor ODR-2000, 6 – receiver OD-2700

#### Wywrotnica do dzież

Opróżnianie dzież z ciasta następuje ręcznie lub za pomocą wywrotnic. Najczęściej są one stosowane w piekarniach, w których ciastownie mieszczą się na wyższej kondygnacji, wówczas ciasto przekazuje się do maszyn formujących przez lej w posadzce ciastowni.

Wywrotnice podnoszące są przeznaczone dla piekarni jednokondygnacyjnych. Zwykle współpracują one z lejami spustowymi mocowanymi na stałej lub przewożnej konstrukcji. Ciasto wylewa się z dzieży do leja zasypowego i stąd kieruje bezpośrednio do leja zasilającego dzielarki. Wywrotnice podnoszące mogą być stosowane również do bezpośredniego zasilania leja dzielarki ciastem lub do przechylania dzież podczas ich mycia. W tym celu produkuje się wywrotnice podnoszące dzieże na różną wysokość.

#### Dzielarka ciasta

Dzielarka dzieli ciasto na kęsy. Zasadą dzielenia maszynowego jest podział objętościowy. Dlatego podstawowym warunkiem dokładnego dzielenia jest zachowanie stałej gęstości ciasta. Maszynowe dzielenie ciasta składa się z następujących operacji: przyjmowanie

ciasta i przekazywanie go do komory roboczej, odmierzanie kęsów ciasta, zapewnienie stałej i równomiernej gęstości, oddzielenie odmierzonej porcji ciasta, wypychanie kęsów ciasta po odmierzaniu i przenoszenie ich z maszyny za pomocą transportera.

### **Zaokrąglarka kęsów ciasta**

Zaokrąglanie kęsów na chleb mieszany i żytni odbywa się w zaokrąglarce dwutaśmowej, gdzie kęs ciasta toczy się między dwiema taśmami przesuwanymi się przeciwbieżnie z różną prędkością liniową. Kęs ciasta jest podawany między ruchome taśmy na niższym końcu maszyny. Tocząc się między nimi, przyjmuje kształt zbliżony do ściętego stożka.

### **Wydłużarka**

Wydłużarka służy do wydłużania zaokrąglonych kęsów ciast pszenno-żytnich o masie od 300 g do 1800 g, w których zawartość mąki pszennej chlebowej wynosi 30–70%. Model W-1350P służy natomiast do produkcji półprzemysłowej. W zależności od potrzeb można zainstalować transporter wydłużarki TW-800S z płynną regulacją umożliwiającą optymalny dobór parametrów wydłużania.

### **Odbieracz z odprężnikiem**

Odbieracz OD-2700 z odprężnikiem typu ODR-2000 służy do odprężania i odbioru ukształtowanych kęsów ciasta z wydłużarki. Ponadto ułatwia ich ułożenie na aparatach wsadowych (taśmach załadowniczych).

### **Badania niezawodności linii**

Badaniami objęto pięć linii formowania kęsów ciasta chlebowego eksploatowanych od lutego 2009r. do stycznia 2010r. Przez cały okres badań linie pracowały przez 7 dni w tygodniu w systemie trójzmianowym, przez 6 godzin ciągłej pracy na każdej zmianie.

Wszystkie linie w trakcie badań posiadały gwarancję producenta, co pozwoliło uzyskać rzetelną informację o każdej awarii.

Podstawowym źródłem informacji były „karty serwisowe”, bezpośredni kontakt z serwisantem oraz „karty pracy maszyn” służb utrzymania ruchu w piekarniach. Dodatkowym źródłem informacji były zgłoszenia serwisowe odnotowane w systemie SAP Business One odnoszące się do ww. linii. Źródła te zawierały informacje dotyczące nazwy uszkodzonej maszyny w danej linii, rodzaju uszkodzenia, przebiegu (ilość cykli) odczytanego z licznika danej maszyny, po którym wystąpiła awaria i daty jej wystąpienia, sposobu naprawy i czasu postoju linii.

Na podstawie uzyskanych danych określono dla poszczególnych linii formujących:

- wskaźniki niezawodności,
- słabe ogniwa.

### **Wskaźniki niezawodności**

Jako wskaźniki niezawodności badanych linii formujących przyjęto (Lewandowski i Kikiewicz, 1989; Lewandowski, 2008; Migdalski, 1982; Paska i Parciński, 2001):

- współczynnik awaryjności  $k_a$ :

$$k_a = \frac{N_a}{N_o} \quad (1)$$

gdzie:

- $N_a$  – liczba uszkodzonych obiektów linii (szt.),  
 $N_o$  – liczba obiektów tworzących linię (szt.),

– parametr strumienia uszkodzeń linii  $\omega$ :

$$\omega = \frac{n_u}{N_o} \quad (2)$$

gdzie:

- $n_u$  – liczba uszkodzeń wszystkich obiektów w linii (szt.),  
 $N_o$  – liczba obiektów tworzących linię (szt.),

– średni czas postoju linii wskutek uszkodzeń  $T_{p\acute{s}r}$  (h):

$$T_{p\acute{s}r} = \frac{\sum t_{pi}}{n_u} \quad (3)$$

gdzie:

- $t_{pi}$  – czas postoju linii wskutek i-tego uszkodzenia (h),  
 $n_u$  – liczba uszkodzeń wszystkich obiektów w linii (szt.),

– średni czas pracy linii między uszkodzeniami  $T_{r\acute{s}r}$  (h):

$$T_{r\acute{s}r} = \frac{T_c - \sum t_{pi}}{n_u} \quad (4)$$

gdzie:

- $T_c$  – czas eksploatacji linii (h),  
 $t_{pi}, n_u$  – jak we wcześniejszych wzorach;

– współczynnik postoju linii  $k_p$ :

$$k_p = \frac{\sum t_{pi}}{T_c} \cdot 100 (\%) \quad (5)$$

– współczynnik gotowości linii:

$$k_g = \frac{T_c - \sum t_{pi}}{T_c} \cdot 100 (\%) \quad (6)$$

Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zestawienie danych i wskaźników niezawodności linii formowania kęsów ciasta chlebowego

Table 1

The list of data and reliability indexes of the formation line of bread dough wads

Nr linii	Okres objęty badaniami	Dane do oblicz. wskaźnika niezawodności						Wskaźniki niezawodności					
		T <sub>c</sub> (dni)	N <sub>o</sub> (h)	N <sub>a</sub> (szt.)	n <sub>u</sub> (szt.)	∑t <sub>pi</sub> (h)	k <sub>a</sub>	ω	T <sub>psr</sub> (h)	T <sub>rsr</sub> (h)	k <sub>p</sub> (%)	k <sub>g</sub> (%)	
1.	od 03.02.2009 do 05.01.2010	336	6048	6	4	12	116,5	0,67	2,00	9,71	494,29	1,9	98,1
2.	od 03.02.2009 do 05.01.2010	336	6048	6	4	22	309	0,67	3,67	14,05	260,86	5,1	94,9
3.	od 05.02.2009 do 05.01.2010	334	6012	6	3	11	92,5	0,50	1,83	8,41	538,14	1,5	98,5
4.	od 06.02.2009 do 05.01.2010	333	5994	6	2	16	136,5	0,33	2,67	8,53	366,09	2,3	97,7
5.	od 06.02.2009 do 05.01.2010	333	5994	6	3	19	288,5	0,50	3,17	15,18	300,29	4,8	95,2

T<sub>c</sub> – czas eksploatacji linii objęty badaniami,

N<sub>o</sub> – liczba obiektów tworzących linię formującą,

N<sub>a</sub> – liczba uszkodzonych obiektów w okresie objętym badaniami,

n<sub>u</sub> – liczba uszkodzeń wszystkich obiektów linii w okresie objętym badaniami,

∑t<sub>pi</sub> – czas postoju linii wskutek i-tego uszkodzenia,

k<sub>a</sub> – współczynnik awaryjności linii,

ω – parametr strumienia uszkodzeń linii,

T<sub>psr</sub> – średni czas postoju linii wskutek uszkodzeń,

T<sub>rsr</sub> – średni czas pracy linii między uszkodzeniami,

k<sub>p</sub> – współczynnik postoju linii,

k<sub>g</sub> – współczynnik gotowości linii.

Na podstawie wskaźników niezawodności zawartych w tabeli 1 można stwierdzić, że:

- najbardziej niezawodnie działała linia nr 3; zbliżoną niezawodnością charakteryzują się linie 1 i 4.
- najbardziej zawodną była linia 2.

### Analiza awaryjności obiektów linii formowania kęsów ciasta

W kolejnym kroku badawczym określono wpływ poszczególnych obiektów wchodzących w skład linii na ich awaryjność. Oceny tej dokonano na podstawie liczby awarii tych obiektów i czasu postojów linii, które te awarie spowodowały.

W tabeli 2 i na rysunkach 2 i 3 zamieszczono wyniki badań awaryjności obiektów wchodzących w skład linii 1–5 w okresie objętym badaniami.

Tabela 2

*Awaryjność poszczególnych obiektów linii formowania kęsów ciasta chlebowego*

Table 2

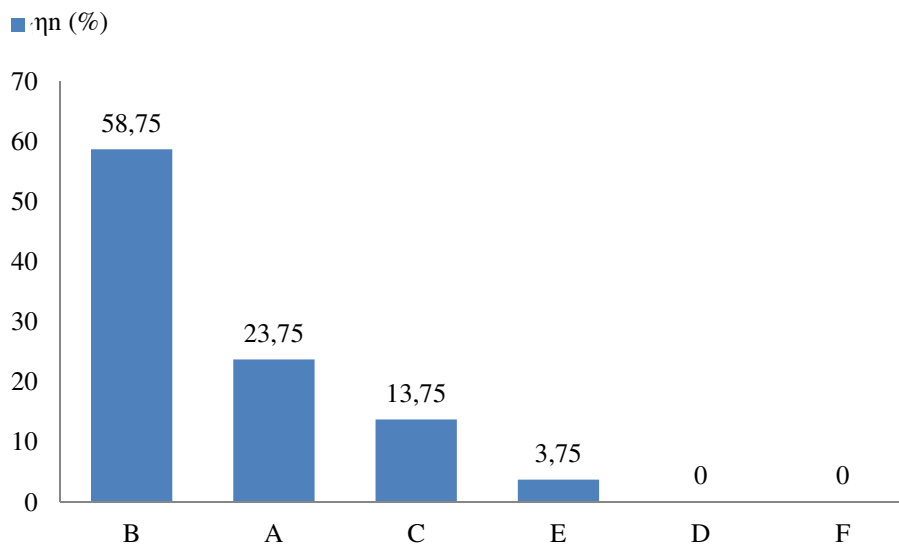
*Failure frequency of particular objects of the formation line of bread dough wads*

Obiekt	A	B	C	D	E	F
$n_n$	19	47	11	0	3	0
$\eta_n$ (%)	23,75	58,75	13,75	0	3,75	0
$t_{pn}$ (h)	192,5	621,5	93,0	0	36,0	0
$f_{tpn}$ (%)	20,4	65,9	9,9	0	3,8	0

A – wywrotnica WD-3000, B – dzielarka DZ-140, C – zaokrąglarka Z-1350, D – odprężnik ODR-2000,

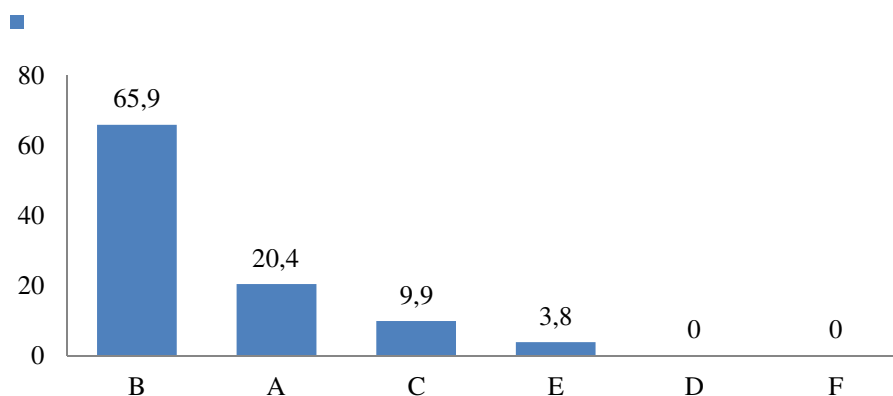
E – wydłużarka walcowa WW-1500, F – odbieracz OD-2700,  $n_n$  – liczba uszkodzeń obiektu,  $\eta_n$  – względna częstotliwość uszkodzeń obiektów linii,  $t_{pn}$  – czas postoju linii spowodowany uszkodzeniem obiektu,  $f_{tpn}$  – względny czas postoju linii spowodowany uszkodzeniem obiektu

A - discharge WD-3000, B- divider DZ-140, C- rounder Z-1350, D- decompressor ODR-2000, E - roller elongator WW-1500, F – receiver OD-2700,  $n_n$  – number of failures to the object,  $\eta_n$  – relative frequency of damages to the line object,  $t_{pn}$  – downtime of the line caused by the damage to the object,  $f_{tpn}$  – a relative downtime caused by the damage to the object



Rysunek 2. Względna częstotliwość uszkodzeń obiektów linii formujących (Oznaczenia jak w tabeli 2)

Figure 2. Relative frequency of damages of formation lines (Symbols as in table 2)



Rysunek 3. Względny czas postoju linii spowodowany uszkodzeniem poszczególnych jej obiektów (Oznaczenia jak w tabeli 2)

Figure 3. A relative downtime of the line caused by the damage to its particular objects (Symbols as in table 2)

Na podstawie danych o liczbie uszkodzeń poszczególnych obiektów oraz spowodowanych tymi uszkodzeniami czasów postojów linii formujących kęsy, przedstawionych w tabeli 2 i na rysunkach 2 i 3, można stwierdzić, że najstabszym ogniwem jest dzielarka ciasta.

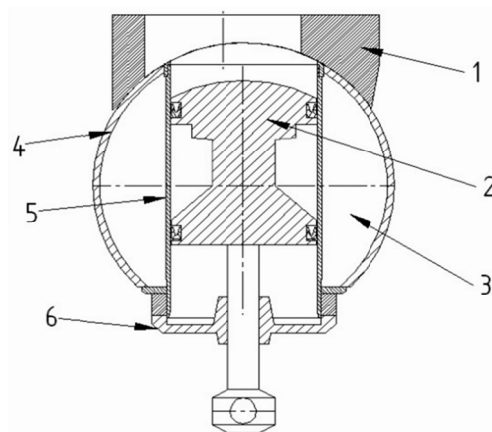
#### Zużycie poszycia bębna dzielarki i odcinaka

Ogólną charakterystykę dzielarki przedstawiono poniżej. Szybkość dzielenia wynosi 900–1500 kęsów na godzinę a ich masa może się zawierać w przedziale 400–1400 g.

Zasadniczym zespołem dzielarki jest mechanizm dzielący ciasto, przedstawiony na rysunku 4.

Rysunek 4. Schemat mechanizmu dzielącego: 1- odcinak ciasta, 2 – tłok, 3 – bęben dzielący, 4 – poszycie bębna, 5 – cylinder, 6 – prowadnica tłoka

Figure 4. Diagram of the dividing mechanism: 1- dough cutter, 2 – piston rod, 3 – dividing drum, 4 – plating of the drum, 5 – cylinder, 6 – piston rod guidebar



Aby określić zużycie bębna, po wymontowaniu z dzielarki został on zamocowany w tokarce uniwersalnej. Następnie za pomocą czujnika zegarowego, umocowanego w suporcie tokarki, mierzono z dokładnością  $\pm 0,01$  mm zużycie poszycia w punktach pomiarowych, wyznaczonych przez naniesioną siatkę pomiarową o wymiarach oczka 31mmx21mm. Bazę odniesienia stanowiły te fragmenty bębna, które nie miały kontaktu z ciastem, a więc nie ulegały zużyciu.

W podobny sposób zmierzono zużycie odcinaka ciasta, z tym że pomiaru dokonywano na frezarce uniwersalnej. Odcinak mocowano na stole frezarki, a we wrzecionie instalowano czujnik zegarowy.

Elementy robocze zespołu dzielącego traciły swoją zdatność użytkową po wykonaniu od 1,95 mln do 3 mln cykli roboczych. Średnie zużycie zmierzone w poszczególnych płaszczyznach przechodzących przez płaszczyznę bębna i odcinaka dla pięciu par tych elementów przedstawiono w tabelach 3 i 4 oraz na rysunku 5.

Tabela 3

*Uśrednione wyniki pomiarów zużycia tribologicznego (mm) poszycia pięciu bębnow dzielących*

Table 3

*Mean results of tribological wear and tear measurement (mm) of the plating of five dividing drums*

		Linie siatki na obwodzie bębna												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Linie siatki poziome	A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
	D	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,09	0,09	0,05	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
	E	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,11	0,12	0,06	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00
	F	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,13	0,14	0,08	0,07	0,07	0,02	0,00	0,00
	G	0,00	0,00	0,01	0,03						0,07	0,01	0,00	0,00
	H	0,00	0,01	0,02								0,02	0,00	0,00
	I	0,00	0,01	0,02								0,02	0,00	0,00
	J	0,00	0,00	0,02								0,02	0,01	0,00
	K	0,00	0,00	0,01	0,03						0,02	0,01	0,00	0,00
	L	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00
	M	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Znaczenie A, B, C, ... jak w tabeli 2

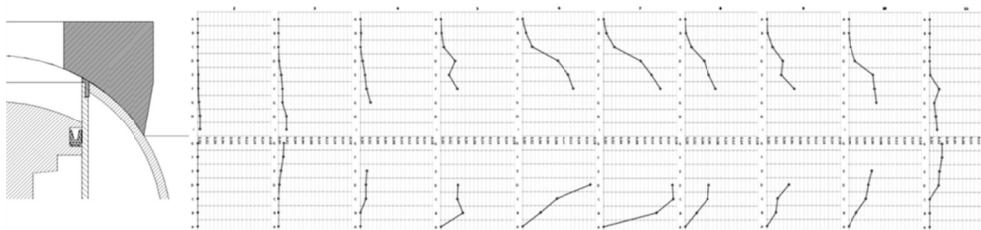
Symbols as in table 2



Tabela 4  
*Uśrednione wyniki pomiarów zużycia tribologicznego (mm) pięciu odcinaków ciasta*  
 Table 4  
*Mean results of tribological wear and tear measurement (mm) of five dough cutters*

		Linie siatki na obwodzie bębna												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Linie siatki poziome	A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,13	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
	C	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,08	0,17	0,06	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00
	D	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,17	0,17	0,06	0,05	0,05	0,02	0,00	0,00
	E	0,00	0,00	0,01	0,02						0,06	0,02	0,00	0,00
	F	0,00	0,00	0,01								0,03	0,00	0,00
	G	0,00	0,00	0,01								0,03	0,00	0,00
	H	0,00	0,00	0,01								0,03	0,00	0,00
	I	0,00	0,00	0,01	0,02						0,02	0,02	0,00	0,00
	J	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,11	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
	K	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00

Znaczenie A, B, C, ... jak w tabeli 2  
 Symbols as in table 2



Rysunek 5. Zużycie poszycia bębna dzielarki i odcinaka ciasta w poszczególnych płaszczyznach przechodzących przez obydwa elementy  
 Figure 5. Wear and tear of the drum divider and dough cutter in particular planes running through two elements

## Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że:

1. zużycie w środkowej części jest największe, co jest spowodowane najdłuższą drogą tarcia badanych elementów o ciasto,
2. zużycie poszycia bębna i odcinaka ciasta, wynoszące od kilku mikrometrów do kilkunastu mikrometrów, powoduje utratę zdolności użytkowej dzielarki,
3. hipotetycznie można przyjąć, że zużycie poszycia bębna i odcinaka wskutek tarcia o ciasto chlebowe ma charakter wodorowy (Nosal, 2012) lub tribokorozyjny (Stachowiak, 2012), gdyż nie ma warunków do wystąpienia innych rodzajów zużycia tribologicznego; wymaga to potwierdzenia w dalszych badaniach.

Przedstawione wyniki badań dotyczą tylko normalnego zużycia eksploatacyjnego. Nie uwzględniono zdarzających się przypadków uszkodzeń awaryjnych, współpracujących części zespołu dzielącego spowodowanych obecnością np. ciał stałych w cieście.

## Literatura

- Jankowiak, P. (2009). *Nowa technologia wykonania bębna mechanizmu dzielącego dzielarki ciasta chlebowego*. Praca magisterska, Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej (maszynopis).
- Lewandowski, J.; Kikiewicz, Z. (1989). *Eksploatacja i niezawodność obiektów technicznych o ciągłym procesie technologicznym*. Bydgoszcz, Wyd. AT-R.
- Lewandowski, J. (2008). *Procesy decyzyjne w niezawodności i eksploatacji obiektów technicznych o ciągłym procesie technologicznym*. Łódź, Wyd. Politechniki Łódzkiej, ISBN 968-83-7283-295-5.
- Marks, N. (2007). Ocena sprawności linii rozlewu piwa do butelek po wprowadzeniu systemu organizacji pracy total productive management (TPM). *Inżynieria Rolnicza*, 7(95), 145-152.
- Materiały Firmy Wieczorek (2010).
- Migdalski, J. (red.). (1982). *Poradnik niezawodności. Podstawy matematyczne*. Warszawa, Wyd. Przemysłu Maszynowego WEMA.
- Nosal, S.; Kalęba, G. (2009). Zmiany w obsłudze linii produkcyjnej. *Służby Utrzymania Ruchu*, 3, 36-43.
- Nosal, S. (2012). *Tribologia; wprowadzenie do zagadnień tarcia, zużycia i smarowania*. Poznań, Wyd. Politechniki Poznańskiej, ISBN 978-83-7775-146-6.
- Paska, J.; Parciński G. (2001). *Wskaźniki niezawodnościowe i eksploatacyjne bloków energetycznych*. International Congress of Diagnostics, 1, Warszawa 2000.
- Stachowiak, A. (2012). *Problemy modelowania zużycia tribokorozyjnego w układach ślizgowych*, Seria: Studia i Rozprawy. Warszawa-Radom, Wyd. ITeE-PIB, ISBN 978-83-7789-128-5.

## **ANALYSIS OF WEAR AND TEAR OF WORKING ELEMENTS OF A BREAD DOUGH DIVIDER**

**Abstract.** Lines of forming wads of bread dough are the object of the research. The line is composed of six devices: a kneader discharge, a dough divider, a belt rounder, an elongation roller, a decompressor and a receiver. Its efficiency is 1800–2680 (item·h<sup>-1</sup>). The paper presents the research results on failure frequency of five lines of formation of bread dough wads. The basic source of information on their faults were "service cards", a direct contact with a service and "machine operation cards" of staff responsible for maintaining movement in bakeries. The research proved that the dough divider is the weakest link. It loses the utilization ability as a result of wear and tear of working elements of the dividing mechanisms. Line measurements of a dough cutter and a plating of a dividing drum prove that the dividing mechanism stops to work correctly if the wear and tear of working elements reaches the value of 0.05–0.10 mm.

**Key words:** formation line, failure frequency, dough divider, dividing drum, dough cutter, tribological wear and tear.

**Adres do korespondencji:**

Stanisław Nosal; e-mail: Stanislaw.nosal@put.poznan.pl  
Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych  
Politechnika Poznańska  
ul. Piotrowo 3  
60-965 Poznań