

## BADANIA OPORÓW KRAJANIA NIEKTÓRYCH PRODUKTÓW SPÓŻYWCZYCH

Henryk Popko, Mieczysław Miszczuk

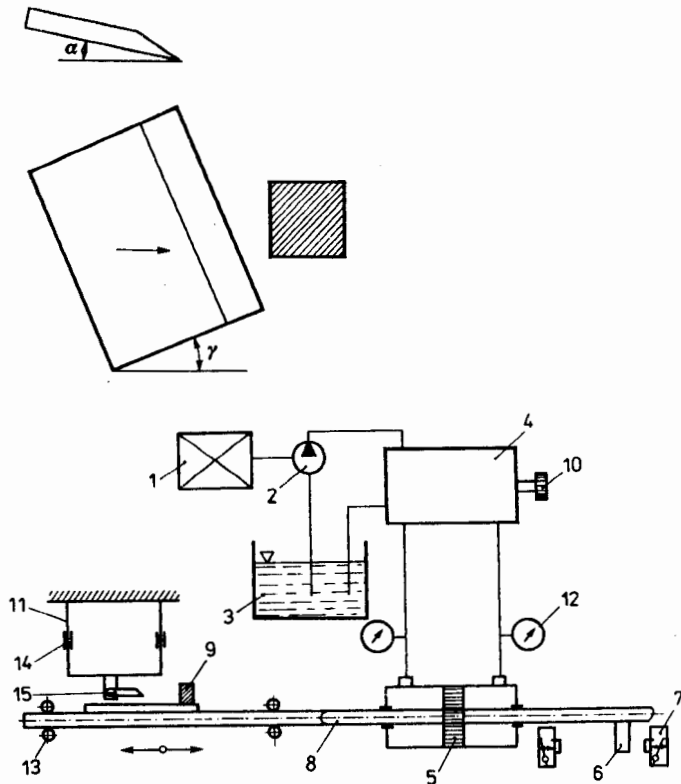
Zakład Maszyn Spożywczych Politechniki Lubelskiej

W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu kąta natarcia  $\alpha$  i kąta przyłożenia  $\gamma$  noża na opory krajania pietruszki, marchewki, jabłek, ziemniaków i buraków. Badania wykazały, że funkcjonalne zależności oporów krajania od wartości kąta natarcia i kąta przyłożenia noża mają wyraźne ekstremum (minimum). Przykładowo, w procesie krajania pietruszki przy wzroście wartości kąta  $\gamma$  od  $0^{\circ}$  do  $8^{\circ}$  opory krajania maleją 3-krotnie, natomiast przy wzroście wartości kąta  $\alpha$  od  $0^{\circ}$  do  $6^{\circ}$  opory krajania maleją 2-krotnie. Przytoczone wyniki badań umożliwiają dobór optymalnych wartości kątów ustawienia noży przeznaczonych do krajania badanych produktów spożywczych.

Procesy mechaniczne, a szczególnie krajanie i rozdrabnianie, stanowią jedną z głównych grup procesów realizowanych w przemyśle spożywczym, w związku z czym celowe jest podjęcie próby optymalizacji procesów krajania i rozdrabniania na podstawie kryterium minimalnej energochłonności [1, 2]. Za kryterium optymalizacji przyjęto warunek otrzymania produktu o wymaganej jakości (stopniu rozdrobnienia) przy jednoczesnym minimalnym zużyciu energii na jednostkę wytworzonego produktu.

W Politechnice Lubelskiej podjęto próbę określenia wpływu geometrycznych parametrów ustawienia noża na opory krajania niektórych produktów spożywczych np. ziemniaków, buraków, marchwi, pietruszki, jabłek itp. W tym celu specjalnie skonstruowano i wykonano stanowiska badawcze. Stanowisko (rys. 1) składa się z dwóch podstawowych układów: napędowego i pomiarowego. W układzie napędowym silnik elektryczny 1 napędza pompę zębatą 2, która tłoczy olej ze zbiornika 3 do zespołu zaworów 4, a następnie do jednej z komór siłownika hydraulicznego 5. Po przejściu tłoka w jedno ze skrajnych położenia zderzak 6 przy zetknięciu się z przełącznikiem krańcowym 7 uruchamia zawór zwrotny, w rezultacie czego następuje przełączenie dopływu oleju do drugiej komory siłownika hydraulicznego i tłok przemieszcza się w

kierunku przeciwnym. Do tłocznika przegubowo połączona jest listwa 8 z zamocowaną na niej próbką 9. Parametry układu napędowego umożliwiają zmianę prędkości liniowej próbki w granicach 0,1 - 100 mm/s.

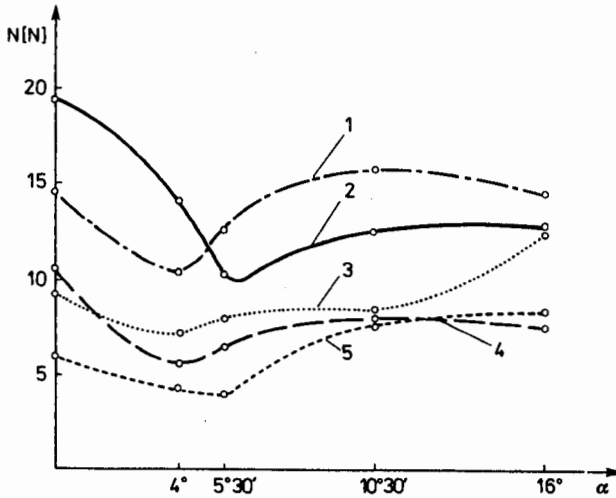


Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego: 1 - silnik elektryczny, 2 - pompa olejowa, 3 - zbiornik oleju, 4 - zespół zaworów, 5 - siłownik hydrauliczny, 6 - zderzak, 7 - przełącznik krańcowy, 8 - listwa, 9 - próbka, 10 - pokrętło regulatora ciśnienia, 11 - belka tensometryczna, 12 - manometr, 13 - rolka, 14 - tensometr, 15 - nóż

W układzie pomiarowym nóż 15 zamocowany jest do zespołu belek tensometrycznych 11. Istnieje możliwość regulacji ustawień noża pod różnymi kątami natarcia  $\alpha$  i różnymi kątami przyłożenia  $\gamma$ . Do pomiaru oporów krajania przeznaczone są tensometry 14 umocowane na belkach tensometrycznych 11. Tensometry połączone szeregowo w układzie półmostka podłączono do wzmacniacza tensometrycznego. Zastosowano układ półmostka, ponieważ aparatura tego typu była dostępna, a ponadto zapewniała ona wymaganą dokładność pomiarów przy badanym stanie obciążeń. W celu rejestracji zmian przebiegu wartości oporów krajania na wyjściu wzmacniacza podłączono rejestrator Yt. Przed przystąpieniem do badań układ cechowano.

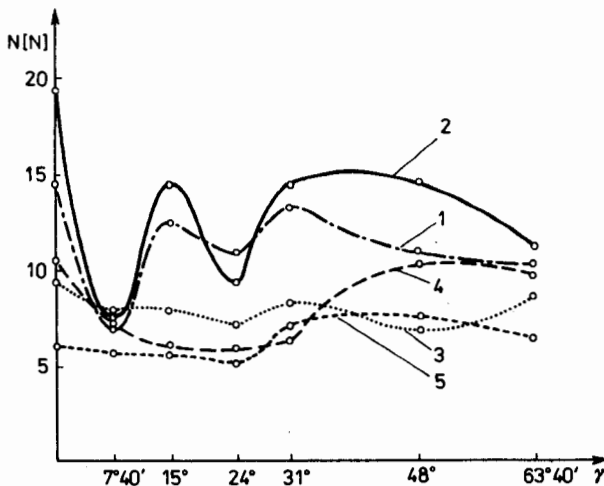
PRZEDMIOT I WYNIKI BADAŃ

Przedmiotem badań były próbki w kształcie prostopadłościanu o wymiarach  $15 \times 20 \times 30$  mm wycięte losowo z wybranych produktów. W trakcie badań próbki ustawiano w ten sposób, żeby włókna badanego produktu były prostopadłe do płaszczyzny



Rys. 2. Zależność oporów krajania  $N$  od kąta natarcia  $\alpha$ : 1 - marchew, 2 - pietruszka, 3 - burak, 4 - ziemniak, 5 - jabłko

krajania. Na rysunku 2 przedstawiono wyniki badań wpływu kąta natarcia  $\alpha$  na wartość oporów krajania, a na rys. 3 wyniki badań wpływu kąta przyłożenia noża  $\gamma$  również na wartość oporów krajania.



Rys. 3. Zależność oporów krajania  $N$  od kąta przyłożenia  $\gamma$ : 1 - marchew, 2 - pietruszka, 3 - burak, 4 - ziemniak, 5 - jabłko

## WNIOSKI

1. Badania wykazały, że parametry geometryczne ustawienia noża względem przedmiotu krajanego mają istotne znaczenie. Przy właściwym doborze wartości kąta  $\alpha$  można w istotny sposób zmniejszyć energochłonność procesu krajania. Przykładowo, w procesie krajania pietruszki przy kącie  $\alpha = 6^\circ$  siła oporów krajania  $N$  jest dwukrotnie mniejsza od wartości tej siły przy kącie  $\alpha = 0^\circ$ ; dla ziemniaka przy wzroście kąta  $\alpha$  od  $0^\circ$  do  $4^\circ$  opory krajania zmniejszają się również około dwukrotnie.

2. Analiza wykresów przedstawionych na rys. 3 wykazuje, że przebieg zmienności funkcji  $N = N(\alpha)$  dla wszystkich badanych produktów jest podobny, a różnica polega tylko na zmianach ilościowych. Zależność  $N = N(\alpha)$  ma wyraźne ekstremum (minimum), przy czym dla poszczególnych badanych produktów minimalna wartość siły występuje w granicach wartości kąta  $\alpha_{opt} = 4^\circ - 6^\circ$ .

3. Analiza krzywych przedstawionych na rys. 2 wykazuje, że w początkowej fazie spadek oporów krajania  $N$  wraz ze wzrostem kąta  $\alpha$  jest znacznie większy w porównaniu z przyrostem tychże oporów przy wzroście kąta  $\alpha$  powyżej wartości  $\alpha_{opt}$ . Wynika stąd, że w procesie konstrukcji maszyn należy dążyć do takich rozwiązań organów roboczych, w których narzędzia tnące ustawione są pod kątem  $\alpha_{rzecz} \geq \alpha_{opt}$ .

4. Siła oporów krajania w sposób istotny zależy od rodzaju materiału krajanego. Przykładowo, przy kącie  $\alpha = 0^\circ$  siła oporów krajania pietruszki wynosi około 20 N, natomiast siła oporów krajania jabłek przy takich samych parametrach wynosi około 6 N.

5. Przedstawione wyniki badań zależności wartości siły oporów krajania od kąta przyłożenia  $\gamma$  (rys. 3) są słuszne dla próbek w kształcie prostopadłościanu o przytoczonych wyżej wymiarach. Analiza wyników badań wykazuje, że wartość kąta przyłożenia  $\gamma$  wywiera również istotny wpływ na energochłonność procesu krajania. Przykładowo, dla pietruszki przy kącie  $\gamma = 0^\circ$  maksymalna wartość oporów krajania wynosi około 20 N, a przy  $\gamma = 8^\circ$  wartość tych oporów wynosi około 7 N.

6. Funkcja  $N = N(\gamma)$  osiąga przy pewnej wartości kąta  $\gamma_{opt}$  minimalną wartość. Wartość kąta  $\gamma_{opt}$  zależy od rodzaju krajanego produktu i zmienia się w granicach od  $\gamma_{opt} = 8^\circ$  dla pietruszki i marchwi do  $\gamma_{opt} = 48^\circ$  dla buraka.

7. Poprzez właściwy dobór wartości kąta  $\gamma$  można w istotny sposób zmniejszyć energochłonność procesu krajania. Przykładowo w procesie krajania pietruszki przy kącie  $\gamma = 8^\circ$  siła  $N$  jest prawie trzykrotnie mniejsza od wartości tejże siły przy kącie  $\gamma = 0^\circ$ .

8. W procesie konstrukcji maszyn do rozdrabniania produktów spożywczych najbardziej ekonomiczne jest konstruowanie maszyn z narzędziami tnącymi ustawionymi pod kątem natarcia  $\alpha_{opt}$  i kątem przyłożenia  $\gamma_{opt}$ .

## PIŚMIENNICTWO

1. Popko H. i R.: Maszyny przemysłu spożywczego. Przemysł mięsny. Lublin 1983, s. 251-260.
2. Popko H. i inni: Przewodnik po laboratorium budowy maszyn przemysłu spożywczego. Lublin 1980, s. 23-31.

Г. Попко, М. Мишук

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗАНИЯ  
НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты исследований углов установки ножа переднего угла  $\alpha$  и заднего угла  $\gamma$  на величину сил сопротивления резания моркови, яблок, картофеля и свеклы. Исследования показали, что функциональная зависимость сил сопротивления резания от величины углов установки ножа имеет экстремальное значение (минимум). Например, в процессе резания петрушки при увеличении угла  $\gamma$  от  $0^\circ$  до  $8^\circ$  сопротивление резания уменьшается в 3 раза, а при увеличении угла  $\alpha$  от  $0^\circ$  до  $6^\circ$  сопротивление резания уменьшается в 2 раза. Проведенные результаты исследований дают возможность определения оптимальных углов установки ножей, предназначенных для резания исследованных пищевых продуктов.

H. Popko, M. Miszczuk

THE STUDY OF CUTTING RESISTANCE OF SOME FOOD PRODUCTS

S u m m a r y

In the article there have been shown the results of the study of influence of  $\alpha$  attack angle and  $\gamma$  clearance angle of the knife on the cutting resistance of parsley, carrot, apples, potatoes and beets. The research proved that functional dependences of cutting resistance on the attack angle value and the clearance angle value of the knife have a definite extreme value (minimum value). For instance in the cutting process of lk together with the increase of  $\gamma$  angle value from  $0^\circ$  to  $8^\circ$  cutting resistances decrease three times, whereas together with the increase of  $\alpha$  angle value from  $0^\circ$  to  $6^\circ$  cutting resistances decrease twice. The above results of our study enable to choose optimum values of setting angles of knives used for cutting certain food products.