

PODOBIEŃSTWO GEOMETRYCZNE W BUDOWIE RYB JAKO PODSTAWA STEROWANIA OBRÓBKĄ W ZALEŻNOŚCI OD ICH WIELKOŚCI W MASZYNACH DO PŁATOWANIA

Daniel Dutkiewicz, Andrzej Dowgiałło

Morski Instytut Rybacki

Streszczenie. W artykule przedstawiono opracowany w Morskim Instytucie Rybackim sposób sterowania operacją wycinania płatów z tuszek ryb karpiowatych, zwiększający jej technologiczną wydajność. W sposobie tym wykorzystano określoną w pomiarach morfometrycznych zależność pomiędzy początkową grubością (średnicą) kręgosłupa (d_p) a maksymalną grubością tuszki (b) - $d_p = 0,222b$ oraz stały, niezależny od wielkości ryby, kąt zbieżności kręgosłupa (α).

Słowa kluczowe: ryby, płatowanie, sterowanie, wydajność technologiczna

Uzasadnienie celowości wprowadzenia sterowania obróbką ryb w maszynach do płatowania

Dzięki stosowaniu obróbki ryb, dokonywanej w coraz większym zakresie przy pomocy maszyn, następuje oddzielenie jadalnych części ryby od niejadalnych w tym kości i ości śródmięśniowych. Maszyny do obróbki ryb winny spełniać istotny wymóg uzyskiwania wydajności technologicznej zbliżonej do uzyskiwanej przy stosowaniu obróbki ręcznej przez pracowników o odpowiednich kwalifikacjach. Tego wymogu nie spełnia wciąż wiele produkowanych maszyn do obróbki. Do nich zaliczają się z reguły te, w których nie są stosowane systemy sterowania w zależności od wielkości obrabianej ryby. Wydajnością technologiczną nazywamy stosunek masy produktu uzyskanego do masy surowca kierowanego do obróbki, najczęściej wyrażany w procentach. Kiedy w obróbce maszynowej jest ona znacząco niższa niż uzyskiwana przy obróbce ręcznej następuje poważne ograniczenie zakresu jej stosowania, a często stanowi o nieefektywności jej stosowania w zakładach przetwórstwa. W celu podwyższenia wydajności technologicznej, zmniejszenia wielkości strat cennego surowca, jaką jest tkanka mięsna ryby, w maszynach do obróbki były i są coraz szerzej stosowane mechanizmy automatycznego sterowania położenia organów wykonawczych (noży) bądź ustalania położenie ryby w stosunku do nich dla realizacji ekonomicznego cięcia. Współcześnie już coraz rzadziej automatyczne sterowanie jest realizowane tylko przy pomocy środków mechaniki. Od kilkunastu już lat produkowane głównie zagranicą maszyny do obróbki ryb, szczególnie wielooperacyjne, najczęściej są sterowane

środkami techniki mikroprocesorowej. W takich systemach na podstawie zaprogramowanych operacji w zależności od wielkości ryby wyznaczone zostają parametry przekształcane do postaci impulsów cyfrowych, według których sterowany jest silnik krokowy, ustalający położenie organów wykonawczych maszyn i automatów. W tym miejscu przypomnieć należy, że w Polsce już prawie trzydzieści lat temu, jako pierwsze w świecie, produkowane były maszyny do odgławiania ryb sterowane przy pomocy czujników fotoelektrycznych i mikroprocesorów. Długości głów odcinanych w tych maszynach były określane pośrednio od pomiaru długości całkowitej ryby, dokonywanego zdalnie.

W Polsce, podobnie jak i za granicą, wzrastają dostawy na rynek ryb hodowlanych z wód śródlądowych, a zwłaszcza gatunków zaliczanych do rodziny karpowatych, pstrągów i innych, których obróbka mimo wysokiej pracochłonności i uciążliwości dotychczas jest w dalece niedostatecznym stopniu zmechanizowana. Na taki stan składa się wiele przyczyn. Te natury technicznej zapewne w mniejszym stopniu, gdyż dla obróbki ważniejszych gatunków ryb morskich już od ponad dziewięćdziesięciu lat są szeroko stosowane różne rodzaje maszyn i osiągnięty już został wysoki poziom mechanizacji, a w obróbce niektórych gatunków ryb pelagicznych automatyzacji.

Zgodnie z potrzebami małych zakładów przetwórstwa rybnego w Morskim Instytucie Rybackim w Gdyni powstało kilka rodzajów maszyn szczególnie przydatnych do obróbki wielu gatunków hodowlanych ryb słodkowodnych, spośród których ważne znaczenie odgrywają rolkowe płatownice. W tych maszynach produkowane są płaty (filety z pozostawionymi żebrami) z ryb odgłowionych i patroszonych zwanych tuskami. Płaty są odcinane od kości kręgosłupa przy pomocy noży tarczowych, między którymi rozstaw jest stały, zmieniany ręczną regulacją dla określonego wąskiego zakresu wielkościowego i gatunku obrabianych ryb. Brak pomiaru parametru określającego każdorazowo wielkość obrabianej ryby dla jego transformacji na rozstaw noży wycinających kręgosłupy powoduje znaczące straty surowca, a także nieprawidłowości natury technologicznej, jakimi są pozostawione w wyciętych płatach fragmenty kręgosłupa. W celu podwyższenia wydajności technologicznej takich maszyn były prowadzone prace nad ich modernizacją, polegającą, między innymi, na dodaniu funkcji sterowania rozstawem noży do płatowania w zależności od wielkości obrabianej ryby w ramach tego samego gatunku. Oszacowano, że wprowadzenie w maszynach do płatowania sterowania rozstawem noży tarczowych w zależności od największej grubości tuszki na całej jej długości powinno spowodować wzrost wydajności technologicznej o 4-6% w odniesieniu do uzyskiwanej w maszynach bez sterowania i usunięta zostanie przyczyna pozostawiania w wyprodukowanych płatach części ściętych kręgosłupów w postaci tak zwanych koralików. Uzyskane z tego tytułu korzyści, wynikające ze zmniejszenia strat surowca, powstających przy stosowaniu płatownic bez sterowania, uzasadniają celowość ich modernizowania przez wprowadzenie sterowania.

Ze względu na pionierski charakter realizowanego przedsięwzięcia, wobec braku publikacji dotyczących w szczególności zależności pomiędzy największą grubością ciała ryby (tuszki), a początkową grubością kręgosłupa (w części przygłowej), przydatnych do programowania sterowania jednooperacyjnych maszyn do płatowania, wystąpiła konieczność prowadzenia prac o charakterze badawczym.

Wybór mierzonoego parametru ryby jako podstawy pośredniego określania grubości kręgosłupa i jego geometryczny opis

W czasie obróbki z przyczyn oczywistych pomiarem bezpośrednim nie można zmierzyć parametrów kręgosłupa - znajduje się on wewnątrz ciała ryby. Stosowane być mogą tylko pośrednie metody ich określenia na podstawie bezpośredniego pomiaru bazowego charakteryzującego wielkość każdej obrabianej w maszynie ryby tego samego gatunku. Wykorzystujemy znaną właściwość surowców pochodzenia zwierzęcego, jaką stanowi geometryczne podobieństwo wymiarów i kształtu ryb w ramach tego samego gatunku. Zgodnie z jego zasadami ilorazy stosunku mierzalnych parametrów ciała ryb, mogących charakteryzować ich wielkość: długość całkowita (l), jej największa wysokości (h), największa grubość (b) i jej masa (m) do innych zewnętrznych i wewnętrznych parametrów obróbki, w tym określonych potrzebami projektowania maszyn do płatowania parametrów budowy kostnej jak: grubości kręgosłupa zawsze tym samym miejscu ryby niezależnie od wielkości osobniczej (np. na początku tuszki d_p i końcu u nasady płetwy ogonowej d_k), mają wartości stałe dla ryb w ramach tego samego gatunku. Należy je traktować jako współczynniki bezwymiarowe [Umancev, 1980], w których uwzględniać należy odchyłki ze znakiem + i -, wynikające stąd, że w przyrodzie dokładne podobieństwo nie występuje.

W praktyce programowania sterowaniem organów wykonawczych maszyny wykorzystanie tej właściwości obrabianego surowca polega na dokonaniu bezpośredniego bądź bezdotykowego (zdalnego) pomiaru parametru przyjętego za bazowy ciała ryby, charakteryzującego jej wielkość mierzalną, skorelowaną w wysokim stopniu z parametrem określającym pośrednio, stanowiącym w omawianym przypadku wielkość nastawy narzędzi roboczych maszyny.

Badania morfometrii kilku gatunków ryb o kształcie wrzecionowatym wykazały [Dutkiewicz 1971], że zakres granic odchyłek przy pośrednim określaniu parametrów obróbki, na przykładzie określania długości głowy był najmniejszy dla parametru zmiennej niezależnej długości całkowitej ryby (l), o czym świadczył wysoki współczynnik korelacji 0,98; natomiast dla największej wysokości (h) i grubości (b) był on niższy 0,85.

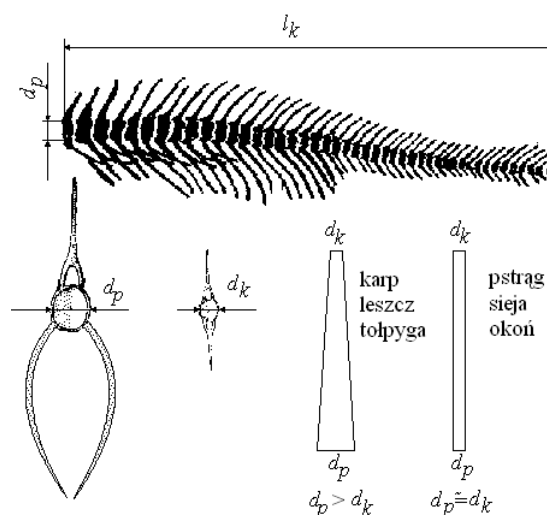
Wycinanie kręgosłupa w płatownicach mających sterowanie, może być realizowane przy pomocy pary symetrycznie rozchylanych, zależnie od wielkości obrabianych ryb w ramach tego samego gatunku ryb, noży tarczowych lub noży płaskich bądź taśmowych. Pomiar początkowej grubości obrabianej tuszki ryby, transportowanej w maszynie częścią głowową do przodu, powinien umożliwić ustalenie rozstawu noży dla początkowej (największej) grubości kręgosłupa, od której następować ma jego zmniejszanie, aż do grubości końcowej odpowiednio do kąta zbieżności kręgosłupa, stałego parametru w ramach tego samego gatunku.

Pomiary morfometryczne grubości kręgosłupów kilku gatunków ryb, głównie słodkowodnych, według schematu przedstawionego na rysunku 1, uzasadniły wyróżnienie wśród nich dwóch kształtów kręgosłupa. Jeden charakteryzuje się niewielkim kątem zbieżności na całej jego długości. Dla ryb mających tego kształtu kręgosłup (pstrągi, łososiowate, sandacze i inne) możliwe jest założenie przyjęcia jednakowej jego grubości od nasady płetwy ogonowej (d_k) do początku tuszki (d_p) a przez to jednakowej, stałej odległości między nożami zależnie od jej wielkości (największej grubości przyjętej jedynie ze względów związanych z uproszczeniami konstrukcyjnymi). Sterowanie wycinaniem kręgosłupów tego rodzaju jest łatwiejsze do zastosowania w istniejących konstrukcjach maszyn do płatowa-

nia. Polegałoby ono na pomiarze największej grubości tuszki i wyznaczeniu w zależności od niej stałej, niezmiennej w trakcie wycinania kręgosłupa odległości między nożami, ustalonej zanim nastąpi operacja jego wycinania.

Kiedy maszynowemu płatowaniu podlegać mają różne gatunki ryb karpiowatych jak również sandacze, charakteryzujące się większym kątem α zbieżności kręgosłupa, sterowanie rozstawem noży płatających polega na zmianie odległości między nimi na całej długości tuszki podczas wycinania kręgosłupa. Sterowanie tego rodzaju operacją jest jednak znacznie trudniejsze w realizacji, a ponadto niezbędna jest znajomość kąta zbieżności kręgosłupa ryb obrabianego gatunku.

Przeprowadzone pomiary wykazały, że w przypadku leszczy wartość tego kąta jest stała, niezależna od ich wielkości, i jest równa $\alpha = 1,24 \pm 0,06^\circ$. Właściwość ta, znacznie ułatwiająca sterowanie oszczędnym płatowaniem, występuje także u innych karpiowatych.



Rys. 1. Schematu pomiarów kręgosłupa
Fig. 1. Spine measurement diagram

Podstawy programowania sterowaniem wycinania kręgosłupa w maszynach do płatowania w celu zwiększenia wydajności

Zgodnie z teorią podobieństwa wszystkie morfometryczne parametry ryb są ze sobą związane. Dotyczy to zatem również grubości początkowej kręgosłupa i najłatwiej maszynowo mierzalnego parametru ciała ryby jakim jest jej grubość maksymalna. Przeprowadzone, również na leszczach, pomiary potwierdziły słuszność takiego założenia; w wyniku ich statystycznej obróbki otrzymano związek pomiędzy początkową grubością kręgosłupa (d_p) a maksymalną grubością ryby (b):

$$d_p = 0,222b \quad R^2 = 99,29\% \quad (1)$$

Znajomość tego związku umożliwia, poprzez łatwy w realizacji maszynowy pomiar maksymalnej grubości ryby, wstępne ustawienie odległości pomiędzy nożami płatującymi. Odległość ta, dzięki znajomości kąta zbieżności kręgosłupa, w miarę jego wycinania będzie zmieniana mechanizmem nadążnym odpowiednio do jego średnicy zmieniającej się wzdłuż długości tuszki.

W praktyce programowania operacji sterowania maszynowego dla każdego gatunku przewidzianych do obróbki ryb należy określić zależność pomiędzy grubością maksymalną ryby (b), a grubością (średnicą) początkową kręgosłupa (d_p) oraz, w przypadku ryb o kręgosłupach wyraźnie zbieżnych, kąt zbieżności kręgosłupa (α).

Przyjmując, że programy sterowania obróbką każdego gatunku ryb określają odpowiadające im równanie (1), do systemu sterowania środkami mechaniki powinien zostać dodatkowo wprowadzony człon dźwigniowo-krzywkowy, zmniejszający rozstaw początkowy zgodnie z określonym kątem zbieżności kręgosłupa α . Te same równania stanowią również podstawę programowania sterowaniem, który może być realizowany w postaci algorytmu w technice mikroprocesorowej.

Podsumowanie

Ponieważ z przeprowadzonych badań i analizy wynika, że wprowadzenie sterowania do płatownic jest wysoce uzasadnione, a programowanie operacją oszczędnego wycinania kręgosłupa jest możliwe w sposób przedstawiony w niniejszym artykule, obecnie prowadzone są prace na skonstruowaniem i zbudowaniem modelu tak sterowanej płatownicy w celu udoskonalenia już istniejącej konstrukcji.

Bibliografia

- Dutkiewicz D.** 1971. Parametry sterowania obróbką maszynową różnych gatunków ryb o kształcie wrzecionowatym. Prace. Morskiego. Instytutu Rybackiego, tom jubileuszowy, Gdynia. s. 489-504.
- Umancev A.Z.** 1980. Fiziko-mechaničeskie charakteristiki ryb. Pišč. Promyšl., Moskva. s. 151.

A GEOMETRIC SIMILARITY IN CONSTRUCTION OF FISH AS A BASIS FOR CONTROLLING THE PROCESSING DEPENDING ON FISH SIZE IN SLICING MACHINES

Summary. The article presents a method developed at the Marine Fishing Institute of controlling cutting of slices from cyprinids fish carcas to increase process performance. In the method relation between the initial thickness (diameter) of spine (d_p), and maximum thickness of carcas (b) - $d_p = 0,222b$ determined in morphometric measurements, and constant angle of spine convergence (α) independent from fish size) was used.

Key words: fish, slicing, control, process performance

Adres do korespondencji:

Andrzej Dowgiałło; e-mail: techmech@mir.gdynia.pl
Morski Instytut Rybacki
ul. Kołłątaja 1
81-332 Gdynia