

## МЕХАНИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РЫБЫ

УДК 664.951.002.612

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ  
ВИДОВ СЕЛЬДЕВЫХ РЫБА. В. Розанова,  
ВНИРОА. З. Уманцев  
КТИРПиХ

При проектировании рыбообрабатывающих машин необходимо знание структурно-механических (реологических) характеристик целой рыбы, определение которых с помощью консистометров нельзя признать объективным, потому что в этом случае прочность целой рыбы будет определяться прочностью как мышечной ткани, так и чешуйчатого и кожного покрова.

Цель предлагаемой работы — определение реологических характеристик салаки, сардинеллы, сельди и кильки. Исследования проводили в одинаковых условиях методом одноосного сжатия тела каждой рыбы на разрывной машине «Автограф».

Для сжатия рыбы использовали специальное приспособление, позволяющее разместить рыбу между двумя прямоугольными пластинами. Размеры пластин устанавливали с таким расчетом, чтобы их сдавливающие поверхности имели полный контакт с телом рыбы.

Мы предложили [2, 3] в качестве показателя, характеризующего структурно-механические свойства рыбы, жесткость, которая является отношением работы  $A$ , затраченной на деформацию тела рыбы (в Дж), к площади сжимаемых пластин  $F$  (в  $m^2$ )

$$C = \frac{A}{F}$$

Для сравнимости величины жесткости различных видов рыб ее необходимо определять при одинаковой деформации тела. Условно эту деформацию при проведении экспериментов принимали равной 0,005 м, причём началом отсчета считали точку полного соприкосновения сжимающих пластин с телом рыбы. Определение этой точки не представляло затруднений, так как на диаграмме сжатия она фиксировалась изменением характера кривой. Жесткость тела рыбы изменяется в зависимости от величины деформации, поэтому для сравнения результатов мы и применяли постоянную величину деформации. Некоторые виды рыб разрушаются при деформации менее 0,005 м. В этом случае для того, чтобы жесткость была величиной сравнимой, ее пересчитывали по формуле

$$A = A_1 \frac{\lambda^2}{\lambda_1^2}$$

где  $A$  — работа при деформации  $\lambda = 0,005$  м;  
 $A_1$  — работа при деформации  $\lambda_1$ .

Вид рыбы	Масса, кг	Длина, м	Ширина, м	Толщина, м	Сила сжатия	Напряжение сжатия	Модуль упругости	Работа сжатия	Жесткость
					$P = f_1(\lambda)$ [Н]	$\sigma = f_2(\epsilon) \times$ $\times 9,81 \cdot 10^4$ $\left[ \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right]$	$E = f_3(\epsilon) \times$ $\times 9,81 \cdot 10^4$ $\left[ \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right]$	$A = f_4(\lambda)$ [Дж]	$C \left[ \frac{\text{Н}}{\text{м}} \right]$
Салака	0,054	0,168	0,037	0,016	$P = -2,5 + 2010\lambda$	$\sigma = -0,104 +$ $+ 1,339\epsilon$	$E = 1,339$ при $\lambda = 0,005$ м	$A = \int_0^{\lambda} (-250\lambda +$ $+ 100\ 300\lambda^2) d\lambda$	49,05
Сардинелла	0,290	0,189	0,065	0,036	$P = -1,32 +$ $+ 892\lambda$	$\sigma = -0,038 +$ $+ 1,08\epsilon + 0,607\epsilon^2$	$E = 1,08 + 1,214\epsilon;$ $E = 1,24$ при $\lambda = 0,005$ м	$A = \int_0^{\lambda} (-132\lambda +$ $+ 44\ 600\lambda^2) d\lambda$	63,77
Сельдь	0,135	0,172	0,049	0,024	$P = -3,75 +$ $+ 1759\lambda$	$\sigma = -0,1 +$ $+ 1,21\epsilon + 1,06\epsilon^2$	$E = 1,21 + 2,12\epsilon;$ $E = 1,66$ при $\lambda = 0,005$ м	$A = \int_0^{\lambda} (-375\lambda +$ $+ 88\ 000\lambda^2) d\lambda$	107,91
Килька	0,012	0,101	0,024	0,009	$P = -0,06 +$ $+ 235\lambda +$ $+ 36\ 800\lambda^2$	$\sigma = -0,03 +$ $+ 1,09\epsilon + 1,58\epsilon^2$	$E = 1,09 + 3,16\epsilon;$ $E = 3,5$ при $\lambda = 0,005$ м	$A = \int_0^{\lambda} (-6\lambda + 11\ 800\lambda^2 +$ $+ 1\ 230\ 000\lambda^3) d\lambda$	215,82

\*  $\epsilon$  — относительная деформация;  $\epsilon = \frac{\lambda}{a}$ .

Близкие результаты получены путем экстраполяции уравнения работы, что доказывает правомерность принятых допущений.

Правомерность принятого нами критерия жесткости базируется на общепринятых в технике понятиях.

При одноосном растяжении и сжатии жесткость определяется величиной  $EF$ , т. е. произведением модуля упругости ( $E$ ) на площадь поперечного сечения ( $F$ ) растягиваемого или сжимаемого тела при условии  $F = \text{const}$ . Под относительной жесткостью понимают  $\frac{EF}{l}$  (где  $l$  — длина образца), т. е. она учитывает, кроме площади поперечного сечения, еще и длину тела. Таким образом, понятие относительной жесткости, помимо прочностных свойств материала, учитывает объемную характеристику формы тела. Предложенный нами критерий жесткости и общепринятый показатель относительной жесткости имеют одинаковую размерность и характеризуют одно и то же свойство — способность тела сопротивляться внешней нагрузке при сжатии. Рыба как биологический объект не имеет правильной формы, а как упруговязкое тело имеет переменный модуль упругости и поэтому определить ее относительную жесткость очень сложно. Однако если условно принять для рыбы  $E = \text{const}$ , например, осредненный модуль упругости на исследуемом участке деформации,  $F = \text{const}$  и равно площади сжимаемой пластины, а  $l = a$  — толщине рыбы, то относительную жесткость рыбы можно определить как для упругого тела.

Жесткость рыбы

$$C = \frac{A}{F} = \frac{\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} P(\lambda) d\lambda}{F}, \quad (1)$$

где  $P$  — сила сжатия, Н;

$\lambda$  — абсолютная деформация, м;

$\lambda_0$  и  $\lambda_1$  — соответственно начальное и конечное значение абсолютной деформации.

Относительная жесткость для рыбы

$$\frac{EF}{a}. \quad (2)$$

Приравнивая уравнения (1) и (2), имеем

$$\frac{EF}{a} = k \frac{\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} P(\lambda) d\lambda}{F},$$

откуда

$$k = \frac{EF^2}{a \int_{\lambda_0}^{\lambda_1} P(\lambda) d\lambda},$$

где  $k$  — масштабный коэффициент жесткости рыбы (безразмерная величина).

Результаты проведенного нами исследования реологических характеристик некоторых сельдевых рыб приведены в таблице.

Зависимость  $P_1 = f(\lambda)$  получена путем обработки 30 опытов по каждому виду рыбы с помощью метода наименьших квадратов. Остальные зависимости получены аналитическим путем.

#### Выводы

1. Применение такой характеристики, как жесткость  $C$ , правомерно.
2. Ввиду того что можно определить взаимосвязь жесткости  $C$  с мо-

дулем упругости  $E$ , относительной жесткостью и другими параметрами (см. таблицу), характеристика универсальна.

3. Жесткость может быть классифицирующей характеристикой.

4. Так как в уравнение определения жесткости входят параметры, которые можно легко измерить, то можно создать прибор, разработка которого в настоящее время ведется в Калининградском техническом институте рыбной промышленности и хозяйства.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-механические характеристики промысловых рыб. М., ВНИРО, 1974, 16 с. Авт.: А. В. Терентьев, Г. П. Ионас, Б. С. Краковский, А. В. Розанова.
2. Уманцев А. З. Исследование жесткости тела рыбы. — «Рыбное хозяйство», 1973, № 11, с. 80—81.
3. Уманцев А. З., Ионас Г. П., Розанова А. В. Исследование механической прочности кильки и салаки. — «Рыбное хозяйство», 1974, № 8, с. 60—61.

#### *Rheological characteristics of some species of herring*

A. V. Rozanova, A. Z. Umantsev

#### SUMMARY

Results of the investigations of rheological characteristics (hardness, the modulus of elasticity, stress of compression and work spent on deformation of the fish body) of Baltic herring, sardine, herring and kilka carried out on the autograph made in Japan applying the method of uniaxial compression, are presented.

Since the characteristics of hardness of the fish body is interconnected with the modulus of elasticity and a relative hardness as well as with other rheological characteristics it may be used as a classifying index.