

УДК 639.2.081.16

Е.В. ОсиповДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЛЬЦОВОГО ЯРУСА**

Предложена методика расчета кольцевого яруса, позволяющая находить его характеристики во время промысла. При расчете учитывается течение и скорость движения кольцевого яруса.

Ключевые слова: кольцевой ярус, скорость движения яруса, расчет орудия рыболовства.

E.V. Osipov**CALCULATION THE RING LONGLINE**

The paper proposed a method for calculating the circular tiers that allows finding its characteristics during fishing. Taken into account when calculating the flow and the velocity of the circular stage.

Key words: circular stage, speed tiers, calculation tools fishing properties.

Введение

Кольцевой ярус (рис. 1) используется для промысла таких видов, как треска, минтай, терпуг, окунь и др. Эффективность кольцевого яруса заключается в использовании его на скалистых грунтах, над которыми образуются промысловые скопления ценных промысловых рыб, не всегда пригодных для горизонтальных ярусных порядков. Вылов в среднем таким ярусом в подзоне Приморья составляет 1,5-2 т трески в сутки, а расход топлива в 3,5 раза меньше, чем на промысле донным горизонтальным ярусом [1], поэтому развитие данного вида промысла является перспективным.

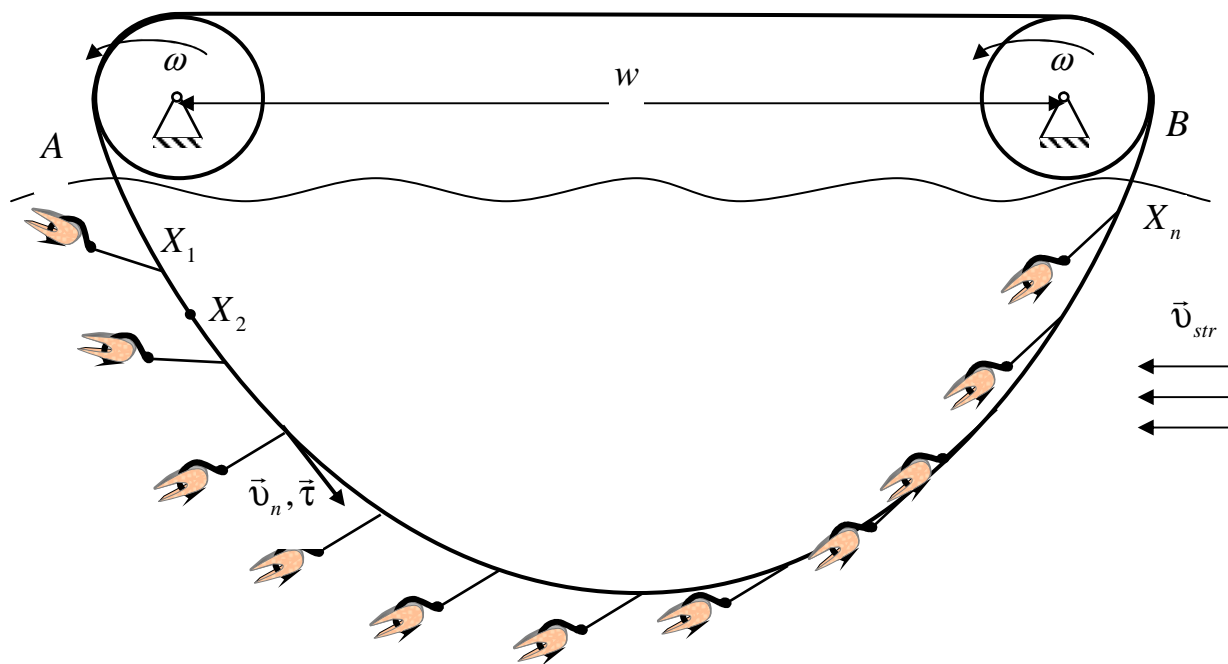


Рис. 1. Кольцевой ярус
Fig. 1. The ring longline

В работе [1] описана производительность данного и показана схема привода, однако методики расчета конструкции кольцевого яруса в литературе не изложены. Поэтому целью данной работы является разработка методики расчета кольцевого яруса, которая позволит определять форму кольцевого яруса с нахождением положения крючков относительно хребтины, за счет регулирования скорости кольцевания \bar{v}_n , конструктивной структурой яруса (расстоянием между поводцами, длиной поводцов, параметрами наживки, диаметром хребтины) и расстоянием w .

Результаты и их обсуждение

На промысле кольцевым ярусом он перематывается с постоянной скоростью ($\omega = const$) с одного барабана на другой. В этом случае задача расчета яруса соответствует задачи движению тяжелой нити вдоль линии кажущегося покоя в сопротивляющейся среде, изложенной в работе [2], только дополнительным условием задачи является неоднородность яруса, связанная с наличием поводцов и пойманной рыбы.

Для расчета данной системы воспользуемся системой моделирования, изложенной в работе [3]. Поскольку в нашем случае хребтина перематывается, то возникает дополнительное сопротивление хребтины (сила трения). В этом случае сила трения направлена параллельно и в обратную сторону вектора $\bar{\tau}$ ($\bar{R}_n \uparrow \downarrow \bar{\tau}$), тогда уравнения гибкой нити [4] примет вид

$$\begin{aligned} \dot{T} &= q_z \sin \alpha \cos \varphi - (r_{xv} \cos \alpha + r_{xn}) + r_{zv} \sin \alpha; \\ \dot{\alpha} &= (q_z \cos \alpha \cos \varphi + r_{xv} \sin \alpha + r_{zv} \cos \alpha) / (T + r_{xn}); \\ \dot{\varphi} &= -(q_z \sin \varphi + r_{yv}) / ((T + r_{xn}) \sin \alpha); \quad r_{xn} = C_{xn} (0^0) \frac{\rho v_n^2}{2} d, \end{aligned} \quad (1)$$

где v_n – скорость нити (скорость кольцевания); r_{xn} – сопротивление движения нити, приходящиеся на единицу ее длины.

В отличие от расчетов ярусов, где хребтина не движется, для кольцевого яруса расчет характеристик системы *поводец – наживка* необходимо производить для каждого соединения с хребтиной, поскольку на эту систему влияет v_n направленная параллельно вектору $\bar{\tau}$ (см. рис. 1).

Рассмотрим силы, действующие на наживку (рис. 2), расчет которых запишем в следующем виде:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_0 &= \frac{-R_y^{str}}{R_z^{str} + Q_z}; \quad \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{-R_z^{str} + Q_z}{(R_x^{str} + R_x^n \cos \alpha^\tau) \cos \varphi_0}; \\ T_0^2 &= R_x^2 + R_y^2 + (R_z + Q_z)^2 + (R_x^n \cos \alpha^\tau)^2; \quad Q_z = k_w M g; \\ R_x^n &= C_x (0^0) \frac{\rho v_n^2}{2} S; \quad R_x = C_x \frac{\rho v_{str}^2}{2} S, \quad (x, y, z), \end{aligned} \quad (2)$$

где Q – вес в воде; M – масса; R_x, R_y, R_z – проекции гидродинамической силы по \bar{v}_{str} на оси x, y, z земной системы координат ($z \downarrow \downarrow g$); R_x^n – проекции гидродинамической силы по \bar{v}_n , который в первом приближении совпадает с вектором $\bar{\tau}$ хребтины в точке соедине-

ния с поводком, а α^f – угол атаки крена плоскости потока хребтины; k_w – коэффициент веса в воде; C_x, C_y, C_z – коэффициенты гидродинамических сил; S – характерная площадь объекта; (x, y, z) – символ круговой перестановки индексов; T_0 – натяжение в точке соединения с другим объектом; α_0, φ_0 – угол атаки и крена плоскости потока объекта.

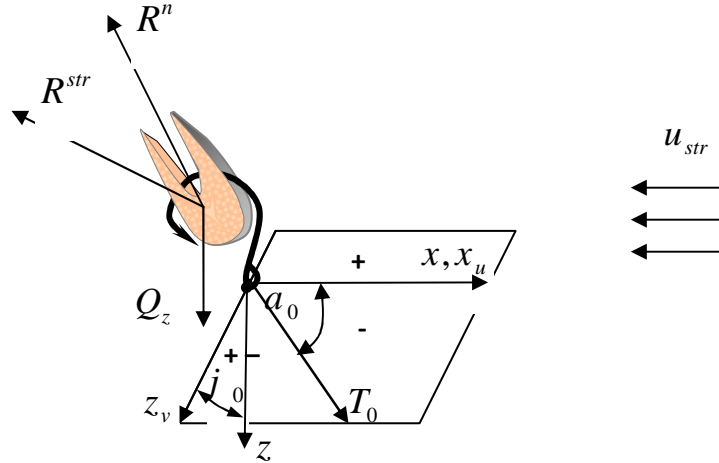


Рис. 2. Силы, действующие на наживку кольцевого яруса
Fig. 2. The forces acting on the ring bait longline

При расчете кольцевого яруса расчетом поводков можно пренебречь, поскольку они имеют диаметр до 1 мм и длину до 300 мм, вследствие чего их гидродинамическое сопротивление на порядок меньше сопротивления наживки, поэтому

$$T_0^{нов} \approx T_0^{наж}; \quad \alpha_0^{нов} \approx \alpha_0^{наж}; \quad \varphi_0^{нов} \approx \varphi_0^{наж}. \quad (3)$$

Расчет граничных условий в месте соединения поводка с хребтиной найдем по формулам [3]

$$\operatorname{tg} \varphi_1^0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \sin \alpha_i \sin \varphi_i}{\sum_{i=1}^n T_i \sin \alpha_i \cos \varphi_i}; \quad \operatorname{tg} \alpha_1^0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \sin \alpha_i \cos \varphi_i}{\cos \varphi_1^0 \sum_{i=1}^n T_i \cos \alpha_i}; \quad T_1^0 \cos \alpha_1^0 = \sum_{i=1}^n T_i \cos \alpha_i, \quad (4)$$

где i -й входной канат; n – количество входных канатов.

При попадании на крючок усилие T_f , создаваемое гидробионтом, передается поводку, тогда вместо расчета характеристик наживки начальными параметрами для поводка являются T_f, α_f, φ_f , где α_f – угол атаки, а φ_f – угол крена плоскости потока вектора усилия T_f , создаваемого гидробионтом, тогда

$$T_0^{нов} = T_f; \quad \alpha_0^{нов} = \alpha_f; \quad \varphi_0^{нов} = \varphi_f. \quad (5)$$

Для загрузки кольцевого яруса, как правило, на хребтине между поводцами закрепляют груза. Расчет грузов можно производить по формулам (2), а в месте соединения груза с хребтиной – по формулам (4).

Алгоритм расчета. В систему вводятся характеристики яруса, расстояние AB , скорость течения v_{str} и кольцевания v_n , затем:

1. Задаемся углом α .
2. Рассчитываем характеристики хребтины по уравнениям (1) из точки A до точки X_1 .
3. Находим характеристики наживки по формулам (2).
4. Определяем параметры поводца из условия (3).
5. Рассчитываем по (4) T_0 , α_0 , φ_0 в узловом соединении X_1 .
6. Рассчитываем характеристики хребтины по уравнениям (1) из точки X_1 до точки X_2 .
7. Находим характеристики груза по формулам (2).
8. Рассчитываем по (4) T_0 , α_0 , φ_0 в узловом соединении X_2 .
9. Рассчитываем характеристики хребтины (п. 2-8) до точки B .
10. Если значения координат в точке B с некоторым допущением совпадают с расчетными значениями, то расчет заканчивается, если нет, то, используя модуль Recurrent [3], изменяем α и переходим к п. 1.

В случае моделирования формы яруса с учетом попадания гидробионтов на крючок п. 4 меняем условие (3) на (5), при этом методика позволяет учитывать произвольное попадание гидробионтов на любой крючок моделируемого кольцевого яруса.

Выводы

В работе приведена методика расчета кольцевого яруса, которая позволяет моделировать его параметры, решать задачи по совершенствованию конструкции кольцевого яруса и процесса его добычи. Важной особенностью методики является возможность задаваться T_f , α_f , φ_f и попаданием на крючки как произвольно, так и с учетом поведения гидробионта.

Список литературы

1. Максимович А.Л. Промысел рыб вертикальными ярусами // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток, 2008. – № 20. – С. 111-116.
2. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1960. – 240 с.
3. Осипов Е.В. Объектно-ориентированные методы расчета орудий рыболовства. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2009. – 89 с.
4. Габрюк В.И., Кокорин Н.В., Осипов Е.В., Чернецов В.В. Механика орудий рыболовства. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2006. – 304 с.

Сведения об авторе: Осипов Евгений Валериевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: oev@mail.ru.