

УДК 639.2.081.1

Е.В. Осипов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ГРУНТРОПА ДОННОГО ТРАЛА

Предложены методики расчета грунтрома при его движении по грунту, позволяющие находить его характеристики во время промысла. Предложен подход быстрого решения исследуемой задачи для двух методик.

Ключевые слова: нижняя подбора, трал, грунтром, пластинчатый грунтром.

E.V. Osipov**CALCULATION METHOD IT MOVES OF FOOTROPE IS BOTTOM TRAWL**

In this work, the method of calculating footrope as it moves along the ground, allowing it to find data on the fishery. Proposed for quick solution of the problem for the two methods.

Keywords: bottom selection, trawl, footrope, plate footrope.

Введение

Грунтромпы применяются для оснастки нижней подборы буксируемых орудий рыболовства (тралы, донные невода и др.). В настоящее время для расчета характеристик грунтромпов используются методики, изложенные в работах [1, 2], базирующихся на использовании формулы цепной линии, где расстояние между концами грунтрома задается. Проведенные исследования по применению пластинчатых грунтромпов, изложенные в работе [3], выявили увеличение горизонтального раскрытия тралов на 13 %. Такое влияние грунтрома на раскрытие трала не объясняется существующими методиками расчета. В частности, они не учитывают влияние на форму грунтрома сопротивления буксируемого орудия рыболовства и структуры грунтрома на расстояние между его концами.

В данной работе для расчета грунтромпов предлагается методика, основанная на использовании соответствующих дифференциальных уравнений, позволяющих более детально исследовать формы грунтрома с учетом его различной структуры.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время на промысле донными тралами нашли применение грунтромпы, показанные на рис. 1. Конструкции грунтромпов (рис. 1, г, в) при своем движении по грунту создают почти равномерное сопротивление. Однако конструкции (рис. 1, а, г), в частности их элементы, диски рокхоперов и плоские резиновые бобинцы на крыльях трала ориентируются фактически под прямым углом к направлению буксировки, это создает значительное сопротивление, что приводит к износу элементов рокхоперов. За счет применения таких конструкций возросли размеры траловых досок почти в два раза [3].

Конструкции рокхопера появились в 1985 г. и изготавливались из использованных колес, поэтому имели небольшую стоимость [3]. Несмотря на это, они имеют и множество отрицательных качеств. Резиновые диски, которые являются самыми важными компонентами рокхопера, имеют почти нейтральный вес в морской воде, однако на палубе работать с ними тяжело.

В 2003-2004 гг. была разработана новая конструкция грунтрома [3], состоящего из резиновых четырехугольных щитков, которые с помощью скоб подсоединяются к верхнему кабелю и от нижнего края щитка – к нижнему кабелю на 40 % от общей высоты щитка (рис. 2).

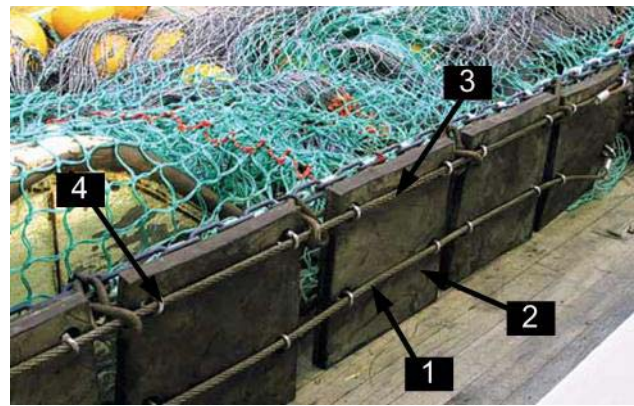
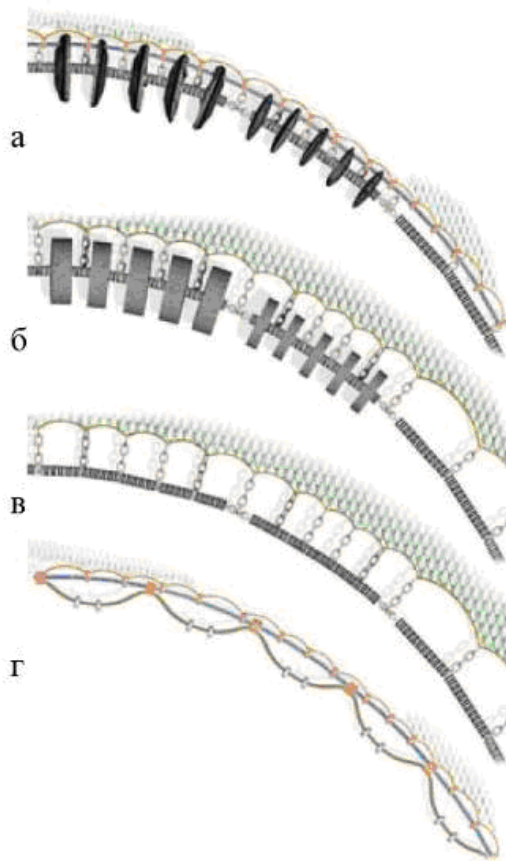


Рис. 2. Пластинчатый грунттроп [3]:
 1 – кабель нижний; 2 – пластина;
 3 – кабель верхний; 4 – скобы
 Fig. 2. Footrope plate [3]:
 1 – bottom cable; 2 – plate;
 3 – top cable; 4 – brackets

Рис. 1. Оснащение грунттропов [4]: а – рокхоперами;
 б – круглыми плоскими резиновыми бобинцами;
 в – маленькими круглыми резиновыми дисками;
 г – оклетневанными канатами с грузилами
 Fig. 1. Footrope equipment [4]: а – rockhoppers;
 б – round flat rubber bobints;
 в – small round rubber discs; г – ropes with weights

Проведенные экспериментальные исследования [3] с пластинчатым грунттропом в гидроролотке (с моделями 1:10) и в море (с моделями 1:2) показали, что сопротивление пластинчатого грунттропа ниже на 4 % в сравнении с рокхоперами, а горизонтальное раскрытие нижней части трала больше на 13 %. Это показывает влияние гидродинамики пластин на работу нижней подборы трала, однако существующие методики расчета формы грунттропа не учитывают данный факт.

Поэтому для расчета грунттропа представим его в виде гибкой нити, присоединенной к нижней подборе, поэтому его движения по грунту (рис. 3) можно описать уравнениями

$$\begin{aligned} \dot{T} &= -R_{x_v} \cos \alpha + R_{y_v} \sin \alpha - F_g \cos \alpha; \\ \dot{\alpha} &= (R_{x_v} \sin \alpha + R_{y_v} \cos \alpha + F_g \sin \alpha) / T; \\ \dot{x} &= \cos \alpha; \quad \dot{y} = \sin \alpha; \quad F_g = (Q_z + R_{z_v}) k_g; \\ Q_z &= k_w G_z; \quad k_w = 1 - m_w / m; \quad R_{x_v} = C_{x_v} \frac{\rho v^2}{2} S, \quad (x_v, y_v, z_v), \end{aligned} \quad (1)$$

где α – угол атаки элемента подборы; F_g – реакция грунта; R_{x_v} , R_{y_v} , R_{z_v} – проекции гидродинамической силы элемента подборы; C_{x_v} , C_{y_v} , C_{z_v} – коэффициенты гидродинамической силы элемента подборы; k_g – коэффициент реакции грунта элемента подборы; T_r, T_l – натяжения по концам подборы.

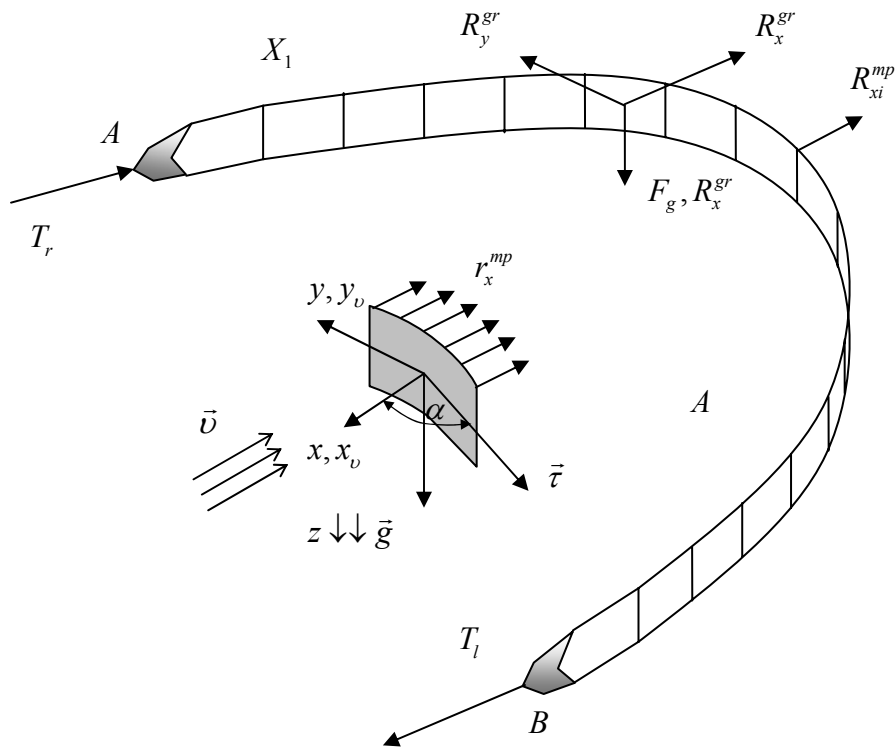


Рис. 3. Силы, приложенные к грунтропу (пластинчатый грунтроп)
 Fig. 3. Forces applied to the footrope (plate footrope)

Необходимо учесть, что грунтроп является частью трала, поэтому с учетом работы траловой оболочки можно использовать две методики.

Первая методика заключается в том, что необходимо учитывать распределенное сопротивление оболочки трала в месте соединения нижней подборы с грунтропом, тогда (см. рис. 2) натяжение в i -м узле такого соединения найдем

$$R_{xi}^{mp} \approx \frac{R_x'^{mp}}{n}, \quad (2)$$

где n – количество соединений подборы с грунтропом (как правило, такое соединение производится между элементами грунтропа); $R_x'^{mp}$ – сопротивление оболочки трала, приходящееся на нижнюю подбору.

Алгоритм № 1 расчета по первой методике:

Соглашение: шаг интегрирования изменяется в зависимости от длины по грунтропу каждого его элемента; X_1, X_2, \dots, X_n – точки соединения подборы с грунтропом.

1. Устанавливаем скорость траления.
2. В точке A задаемся T_r и α .
3. Рассчитываем характеристики грунтропа по уравнениям (1) из точки A до точки X_i .
4. В i -м узловом соединении рассчитываем T_0 , α_0 для следующего участка грунтропа по формулам

$$\operatorname{tg} \alpha^0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \sin \alpha_i}{\sum_{i=1}^n T_i \cos \alpha_i}; \quad T^0 \cos \alpha^0 = \sum_{i=1}^n T_i \cos \alpha_i, \quad (3)$$

где i -й входной элемент узла; n – количество входных элементов.

5. Рассчитываем характеристики хребтины по уравнениям (1) на следующем участке до i -го узлового соединения.

6. Рассчитываем характеристики хребтины (пункт 4-5) до точки B .

7. 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 пункту 2.

Вторая методика заключается в распределении R_x^{mp} по длине подборы, тогда приходящее на единицу ее длины распределенное сопротивление оболочки трала, приходящее на нижнюю подбору, найдем как

$$r_x^{mp} \approx \frac{R_x^{mp}}{L}, \quad (4)$$

где L – длина грунтропа.

Тогда в уравнениях (1) R_{x_v} будем находить по формуле

$$R_{x_v} = r_x^{mp} l + C_{x_v} \frac{\rho v^2}{2} S, \quad (5)$$

где l – длина i -го элемента грунтропа.

Алгоритм № 2 расчета по второй методике:

Соглашение: шаг интегрирования изменяется в зависимости от длины по грунтропу каждого его элемента;

1. Устанавливаем скорость траления.

2. В точке A задаемся T_r и α .

3. Рассчитываем характеристики грунтропа по уравнениям (1) из точки A до точки B .

4. 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 пункту 2.

Необходимо отметить, что для быстрого решения задачи моделирования формы грунтропа по двум алгоритмам разделим грунтроп на две части (рис. 4), тогда значение T_r легко найти

$$T_r = \frac{R_{xi}^{mp}}{2 \cos \alpha}. \quad (6)$$

В этом случае в обоих алгоритмах пункт 2 примет вид: В точке A задаемся α , значение T_r найдем по формуле (6).

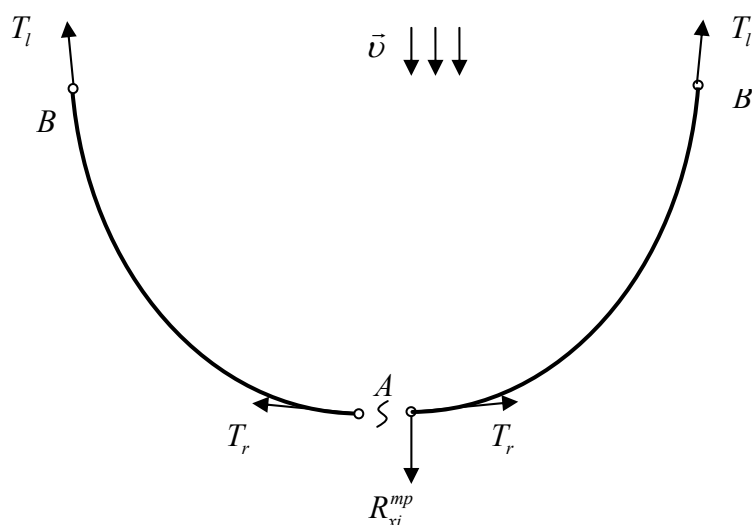


Рис. 4. Характеристики грунтропа для методики быстрого решения задачи моделирования формы грунтропа

Fig. 4. Specifications for procedure footrope quick solution of the problem of modeling forms footrope

Выводы

В работе приведены две методики расчета грунтропа, которые учитывают влияние каждого его элемента на параметры грунтропа, предложена методика быстрого решения задачи моделирования формы грунтропа.

Список литературы

1. Кондратьев В.П., Лисовский С.Ф. Проходимость донных тралов. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 112 с.
2. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства. – Калининград: КГТУ, 2009. – 367 с.
3. A new ground gear for bottom-trawls, incorporating spreading features. Focus on marine research. – 2004. – № 4. The Institute of Marine Research. Bergen. – 8 p.
4. Galbraith R.D., Rice A., Strange E.S. An Introduction to Commercial Fishing Gear and Methods Used in Scotland. FRS Marine Laboratory, Aberdeen. Scottish Fisheries Information Pamphlet. – 2004. – №. 25. – 44 p.
5. Осипов Е.В. Объектно-ориентированные методы расчета орудий рыболовства. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2009. – 89 с.

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