

УДК 639.2.081.16

Е.В. Осипов, И.В. ТитовДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ
ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ ОТТЯЖЕК СТАВНЫХ НЕВОДОВ**

Предложен подход, позволяющий учитывать динамические нагрузки на элементы ставного невода, а на основе теоретических моделей и экспериментальных исследований показаны методы конструирования элементов ставного невода.

Ключевые слова: ставной невод, оттяжка, динамические нагрузки.

E.V. Osipov, I.V. Titov**APPLICATION OF DYNAMIC METHODS AND PROPOSALS FOR CHANGE
IN STRUCTURES GUYS SHUTTERS NET**

In this paper we propose an approach to take into account the dynamic loads on the elements ponent nets, but on the basis of theoretical models and experimental design methods are shown ponent elements of the net.

Keywords: Shutters net, guy, dynamic loads.

Введение

В основном все существующие методики расчета конструкций ставных неводов базируются на подходе, предложенном В.С. Калиновским [1], где рассмотрены методики к расчету всех элементов ставного невода. В дальнейшем, несмотря на применение дифференциальных уравнений гибкой нити для расчета оттяжек невода [2], подход к расчету конструкции ставного невода не претерпел значительного изменения. Однако практика использования ставных неводов и результаты исследования динамических нагрузок, приведенные в работе [3], показали, что волновое воздействие составляет от 16,4 до 94,7 % от суммарной нагрузки, что является причиной разрушения невода. Предложенный способ оснастки ставных неводов В.С. Калиновским [1], когда под действием течения крыло складывается, тем самым уменьшается его сопротивление, не решает проблему сохранения невода, поскольку не учитывает ряд причин:

- на участках с медленно изменяющейся глубиной, а также на малых глубинах течение имеет почти равную скорость по глубине (рис. 1), поскольку слой возмущенной воды η приходится на половину высоты крыла или совпадает с глубиной постановки невода h , поэтому скорость течения \bar{v} при расчетах максимальных нагрузок надо учитывать одинаковыми по глубине;

- ветровые волнения, особенно в закрытых бухтах, не всегда приводят к увеличению течения и достижению значений, способствующих притапливанию невода, что ведет к разрушению его элементов, и он становится неработоспособным.

Результаты и их обсуждение

Для расчета динамических нагрузок в работе [4] предложены формулы

$$T^A = \Sigma R_N + R_b + \Delta R ;$$

$$\Sigma R_N = 0,5(C_x^{N1}S^{N1} + C_x^{N2}S^{N2}) \frac{\rho v^2}{2}; \tag{1}$$

$$\Delta R = 0,054h_\lambda^2 (C_h + v)^2 \frac{\rho}{2\pi} \Sigma S,$$

где h, λ – высота, длина волны; $C_h = 1,25\sqrt{\lambda}$ – скорость распространения волнового профиля; $\Sigma R_N, R_b, \Delta R$ – сопротивление половины двух участков крыла, буй и дополнительного сопротивления буй и половины двух участков крыла (рис. 2).

В этом случае минимальная длина оттяжки с учетом, что якорь останется неподвижным, найдем по формулам (рис. 2)

$$T_{0z}^{max} = Q_a \frac{h_a}{h_0} = T \sin \alpha = T \frac{h}{l} \Rightarrow l^{min} = \frac{T h h_0}{Q_a h_a}, \tag{2}$$

где h_a, h_0 – плечи сил Q_a (вес якоря) и T_{0z} ; $h = h_w + h_g$, здесь h_w – максимальная высоты волны, h_g – высота от поверхности воды до оси x .

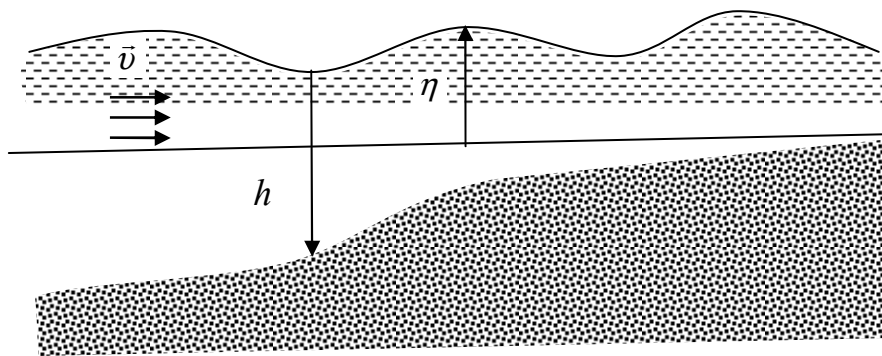


Рис. 1. Схема потока на мелкой воде
Fig. 1. Scheme of flow in shallow water

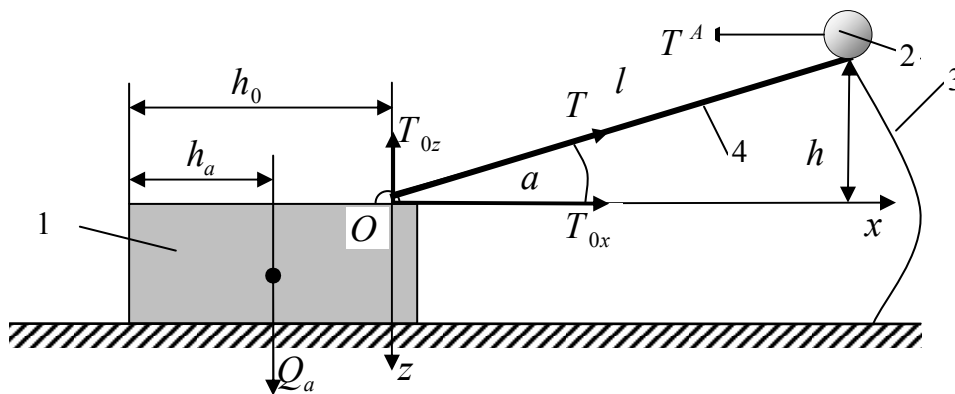


Рис. 2. Характеристики якоря и оттяжки: 1 – якорь; 2 – буй; 3 – крыло; 4 – оттяжка
Fig. 2. Characteristics of an anchor and gey: 1 – anchor; 2 – buoy; 3 – wing; 4 – gey

Функцию удлинения оттяжки запишем в виде

$$\varepsilon_{\%} = f(d, \zeta, P), \quad (3)$$

где d – диаметр оттяжки, мм; ζ – тип материала; P – нагрузка, Н.

Для капроновых канатов функцию (1) опишем корреляционным уравнением (достоверность аппроксимации $R^2 = 0,96$) [4]

$$\varepsilon_{\%} = a + b \ln(d/C) + c \ln(P/P_{\max}), \quad (4)$$

где коэффициенты $a = 167,75$, $b = 64,40$, $c = 23,48$; C – длина окружности; P_{\max} – разрывная нагрузка каната, Н.

При выборе каната оттяжки, ее конструкции необходимо учитывать, что уровень воды в течение суток меняется – этот факт сказывается на работе оттяжек. Если осуществлять постановку невода во время прилива, то после отлива нагрузка в оттяжки уменьшится и ставной невод получит больше свободы для перемещения, изменения затронут форму крыла и снизят уловистость невода. При постановке невода во время отлива после прилива нагрузка в оттяжках возрастет, что дополнительно скажется на удлинении оттяжки и ее прочностных характеристиках. Проведенные исследования [6] показывают, что длинные оттяжки оказывают вредное изменение формы крыла (рис. 3).

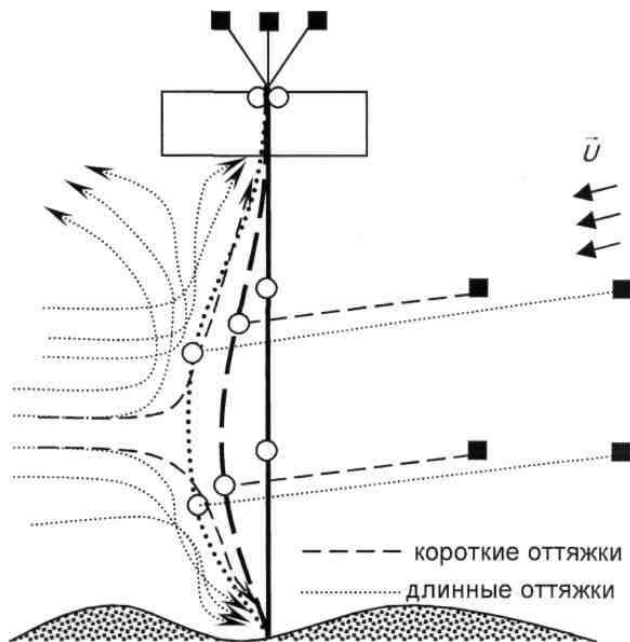


Рис. 3. Формы крыла ставного невода в зависимости от длины оттяжки и направление перемещения косяков (показаны стрелками) при длинных и коротких оттяжках

Fig. 3. Ponent seine wing shape depending on the length and direction of procrastination displacements stocks (indicated by arrows) with long and short guy

В районе установки ставного невода возникают течения, которые, воздействуя на крыло невода, создают стрелку прогиба, влияющую на поведение рыб. В работе [7] на основе подводных исследований указывается на чрезвычайную важность строго прямолинейного направления крыла. Для решения этой задачи в работе [8] предлагается использовать дополнительные оттяжки, это утверждение затем вошло в учебник [9]. Таким образом, практически повсеместно в России крыло ставного невода проектируется по такому принципу. Однако проведенные исследования [10] показали, что эффективность прямого крыла ниже криволинейного (рис. 4), при этом процент особей, попавших в ловушку, составил 46 %, а для прямолинейного крыла – намного ниже (23 %) [11].

Как показала практика, применение дополнительных оттяжек не решает полностью проблемы прогиба крыла. Поэтому для снижения влияния прогиба крыла предлагаются две конструкции крыла невода (рис. 4, а, б).

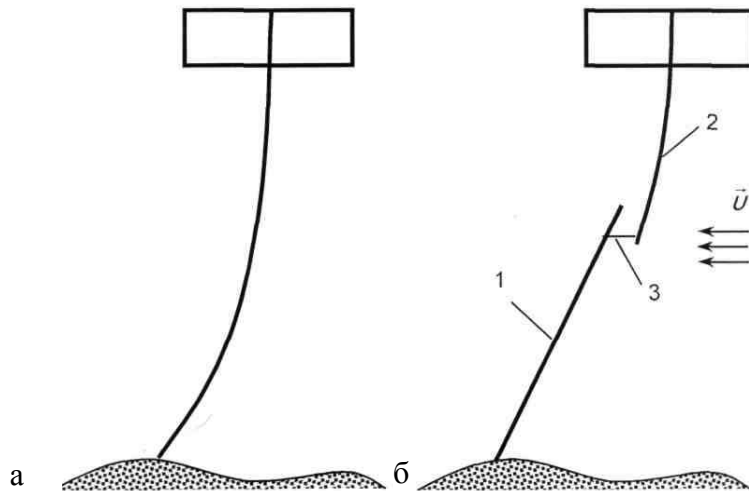


Рис. 4. Форма крыла ставного невода: а – небольшая длина крыла; б – большая длина крыла;
 1 – первый участок; 2 – второй участок; 3 – сетная перегородка
 Fig. 4. The shape of the wing ponent seine: а – small length of the wing; б – great length of wing;
 1 – first section; 2 – the second section; 3 – partition of net

Конструкцию крыла (рис. 4, а) рекомендуется использовать, когда расстояние от берега до ловушки составляет не более 400 м. Конструкцию крыла, состоящую из двух участков (рис. 4, б), рекомендуется применять, когда расстояние от берега до ловушки составляет более 400 м. Применение крыла с двумя участками обеспечивает равномерное распределение нагрузки на каждый участок, уменьшая их стрелку в сторону вектора течения. Направленные под углом к течению крылья снижают сопротивление ставного невода и обеспечивают оптимальный угол подхода косяков к крылу невода, что повысит уловистость невода.

Входящее в уравнения (1) ΔR показывает, что для реальных условий максимальная масса якоря ограничена возможностями плавсредств, с которых устанавливаются якоря. Одним из методов снижения массы якорей является уменьшение расстояния между оттяжками [5].

Также ΔR вносит значительный вклад в увеличение T^A , поэтому необходимо уменьшить одновременное влияние буюв и сетной части в ΔR . Решения этой задачи лежит в области изменения конструкции оттяжки.

На рис. 5, а показана наиболее используемая в настоящее время конструкция, обладающая перечисленными выше недостатками. Конструкция (рис. 5, б) позволяет снизить ΔR за счет уменьшения размеров буюв 5 и 1. Пользуясь этим принципом, предлагается разнести буюв по оттяжке. В этом случае оттяжка будет состоять из двух частей (рис. 5, в, г): 1 – оттяжка, оснащенная распределенной плавучестью; 2 – оттяжка, обеспечивающая связь с якорем. Как можно заметить, в случае увеличения необходимой массы якорей к участку 1 оттяжки подсоединяется дополнительная часть 2, которая устанавливается в одном направлении с оттяжкой. Это позволяет снять ограничение по суммарной массе устанавливаемых якорей на одну оттяжку. Применение части 1 с распределенной плавучестью позволяет решить задачу затопления невода при приближении шторма (в тех рай-

онах, где это будет эффективно) за счет отсоединения одного или двух буюв с линиями 6, присоединенными к части 1 (рис. 5, д). В настоящее время на данный тип конструкции получен патент [12].

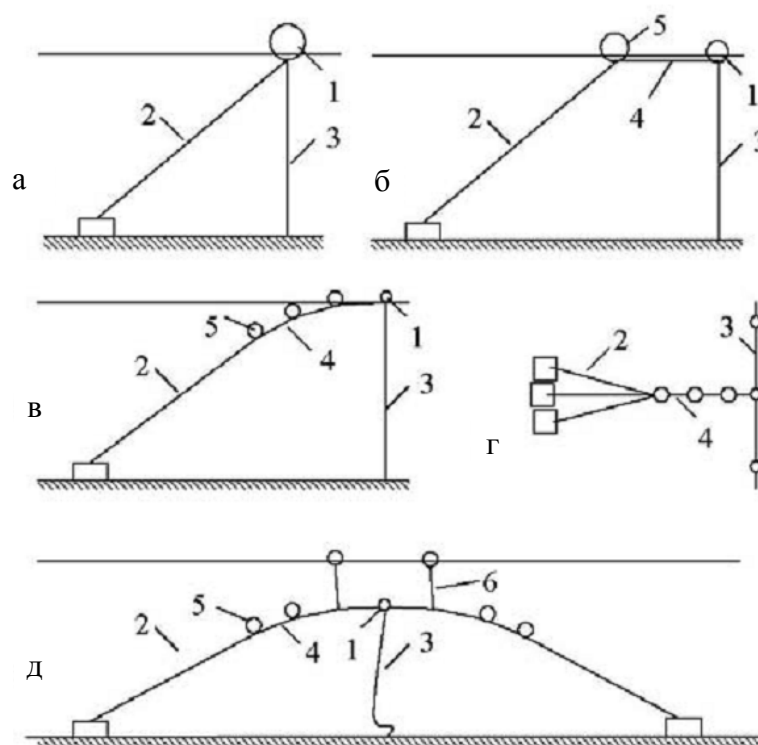


Рис. 5. Схема изменения конструкции оттяжки [4]: 1 – буй на крыле; 2 – оттяжки; 3 – крыло; 4 – промежуточная оттяжка; 5 – буй (буи) оттяжки; 6 – линия

Fig. 5. The scheme design changes guy [4]: 1 – buoy on the wing; 2 – guy; 3 – wing; 4 – intermediate guy; 5 – buoy (buoys) guy; 6 – line

Для расчета оттяжек с учетом динамической нагрузки систему уравнений (1) дополним ограничениями:

$$\begin{aligned} &\text{если } Q_b > \sum R_N, \\ &\text{если } Q_b < \sum R_N, \text{ то} \\ &T^A = \sum R_N + R_b, \end{aligned} \quad (5)$$

где Q_b – вес буя; R_b – сопротивление буя.

Расчет нагрузки в оттяжке стандартной конструкции (см. рис. 5, а) и предложенных (см. рис. 5, в) представим на графике (рис. 6).

Выводы

Разработанная ранее методика расчета динамических нагрузок в оттяжках ставных неводов 1 дополнена ограничениями 5.

Предложенная конструкция оттяжки ставного невода позволяет снизить динамическую нагрузку в крыле ставного невода по сравнению с существующими конструкциями в три раза (см. рис. 6). Это приведет к повышению эффективности работы невода путем увеличения уловистости за счет повышения его штормоустойчивости.

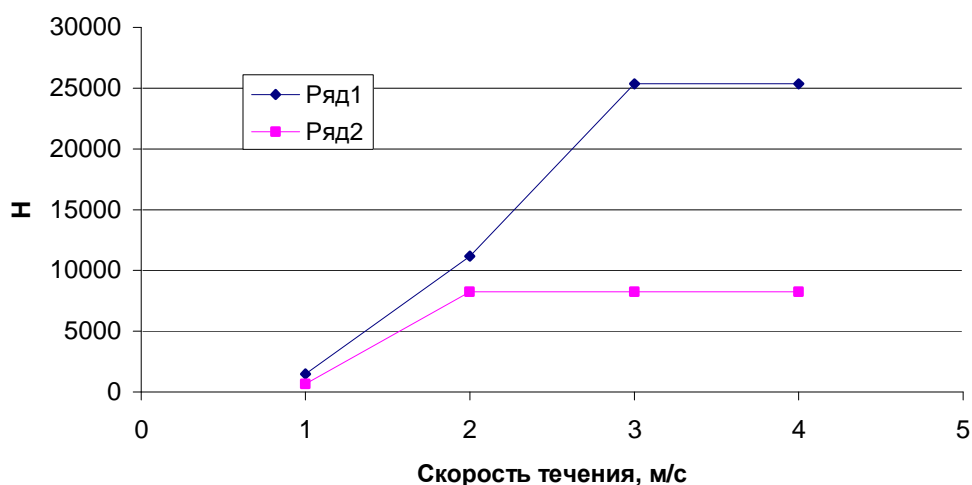


Рис. 6. Расчет нагрузки в оттяжки: ряд 1 – стандартная; ряд 2 – предложенная
 Fig. 6. Calculation of the load in procrastination: series 1 – standard; series 2 – proposed

Список литературы

1. Калиновский В.С. Проектирование и расчет штормоустойчивости ставных неводов // Промышленное рыболовство: обзор. информ. – 1995. – Вып. 1. – 44 с.
2. Габрюк В.И., Тимошок А.Е. Расчет характеристик крыла ставного невода // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Вып. 14. – Ч.1. – С. 112-117.
3. Коваленко М.Н., Лапшин О.М., Герасимов Ю.В. Исследования показателей промыслово-технологических параметров, интенсивности и уловистости ставных неводов для лова лососей // Успехи рыболовства: сб. науч. тр. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – С. 46-67.
4. Осипов Е.В. Совершенствование конструкций оттяжек ставных неводов // Наука и образование – 2007: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Мурманск: МГТУ, 2007. – С. 1039-1043.
5. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства. – Калининград: КГТУ, 2003. – 367 с.
6. Осипов Е.В. Методика выбора формы крыла лососевого невода с учетом поведения рыб // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – Вып. 19. – С. 126-131.
7. Алексеенко Т.К. Подводные наблюдения над неводами-гигантами в Керченском проливе // Рыб. хоз-во. – 1938. – № 7.
8. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 696 с.
9. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1969. – 568 с.
10. Inoue Y. Effect of Blocking and Leading Fish School by Set-net Leader // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. – 1987. – 53(7). – P. 1135-1140.
11. Inoue Y. Fish Behavior in the Capturing Process of the One-trapped and the Two-trapped Set-net // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. – 1986. – 53(10). – P. 1739-1744.
12. Ставной невод: пат. на полезную модель RU 93216 / Осипов Е.В.; № 2009146485/22; заявл. 14.12.2009.

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

Титов Иннокентий Владимирович, аспирант, e-mail: oev@mail.ru.