

УДК 677.664.22:639.2.081

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ МЕЖДУ НИТЯМИ КРАЙНЕГО РЯДА
ЯЧЕЙ СЕТНОГО ПОЛОТНА ПРИ ПОСАДКЕ НА БЕГУ****Н. Н. Андреев**

При выборе тех или иных параметров сетного полотна для постройки орудий лова руководствуются не требованиями прочности, а главным образом особенностями объекта и способом лова, а также некоторыми внешними условиями.

Так, при выборе размера ячеей для жаберных сетей исходят из необходимости обеспечить надежное застревание рыбы в ячейе [1, 4]. Толщина нити сетного полотна этих орудий определяется отношением $d : a$ (где d — диаметр нити; a — размер ячейе). Это отношение для объецаивающих орудий лова зависит от условий лова и определяет уловистость сетей. В среднем оно равно 0,01.

Размер ячейе в крыле ставного невода определяется, по-видимому, особенностями объекта лова и видимостью сетного полотна в воде [6].

Дель большинства отцеживающих орудий лова, и в том числе кошельковых неводов, не должна объецаивать и путать рыбу. Это требование определяет не только размер ячейе, но во многих случаях и номер нитки.

Естественно, что во всех случаях стараются взять дель из самой тонкой нитки, которая удовлетворяет требованиям уловистости. Такая дель обычно имеет достаточную общую прочность, как ее определил Ф. И. Баранов [5], и совершенно недостаточную местную прочность. В местах действия местных нагрузок такую дель приходится усиливать пожилнами, опушками и т. д. Так, при посадке на бегу в нитях крайних ячейе сетного полотна возникают местные нагрузки двух видов: от сил трения о посадочную нитку, подбору, оснастку и т. д. и от неравномерного распределения общего усилия между отдельными нитями сетного полотна вследствие деформации ячейе на огнве. Поэтому крайний ряд ячейе почти всегда делают из дели более прочной, чем остальное сетное полотно. Это увеличивает расход сетематериалов, усложняет постройку и эксплуатацию орудий лова и в конечном счете увеличивает себестоимость рыбы.

Несмотря на большое практическое значение этого вопроса, он изучен недостаточно. Прочность и высоту опушки выбирают эмпирически,

сообразуясь с практикой эксплуатации предыдущих конструкций. Имеющиеся в литературе на этот счет указания [2] мало обоснованы.

В данной работе частично восполняется этот пробел. Здесь рассмотрены местные нагрузки, возникающие в крайних нитках сетного полотна вследствие деформации ячеек на посадочной нитке.

Характер распределения сил между нитями крайнего ряда ячеек зависит в первую очередь от способа посадки сетного полотна. В данной работе рассматривается наиболее распространенный способ — посадка на бегу. При такой посадке распределение сил зависит от количества ячеек на огниве. Если на одно огниво приходится только одна ячейка, как это часто бывает при постройке жаберных сетей для лова крабов, крупных осетровых, камбаловых и т. д., то все нити ячеек будут иметь одинаковое натяжение, независимо от длины огнива и способа посадки (рис. 1).

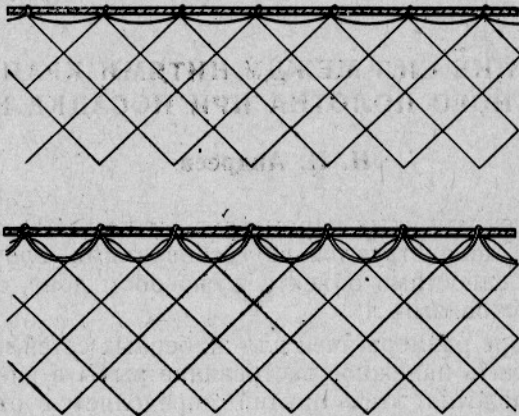


Рис. 1. Посадка крупноячейных сетных полотен.

Если на каждое огниво приходится две ячейки, то крайний ряд полуячей деформируется так, как это изображено на рис. 2. Все остальные ячейки сетного полотна будут иметь нормальный вид. При такой посадке неравномерное натяжение будет иметь только крайняя нить сетного полотна.

Обозначим длину посадочной нитки, идущей на образование одного огнива, через S . Тогда, приняв обозначения, указанные на рис. 2, находим, что

$$S = 2c + b.$$

Для того чтобы нить ячеек не смещалась по посадочной нитке, необходимо, чтобы равнодействующая натяжения левой ветви деформированной полуячейки, имеющей длину a_1 , и правой ветви, имеющей длину a_2 , была направлена по биссектрисе угла на посадочной нитке.

Обозначив $\frac{a_1 - a_2}{2} = \Delta a$, найдем

$$a_1 = a + \Delta a \quad \text{и} \quad a_2 = a - \Delta a.$$

С помощью простых математических расчетов легко можно найти, что

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{S-l}{4c}} = \sqrt{\frac{S-l}{2(S-b)}}, \quad (1)$$

$$l_1 = \sqrt{a_2^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{(a - \Delta a)^2 - \frac{b^2}{4}} \quad (2)$$

$$l_1 = \sqrt{a_1^2 - \left(\frac{l-b}{2}\right)^2} = \sqrt{(a + \Delta a)^2 - \frac{(l-b)^2}{4}}.$$

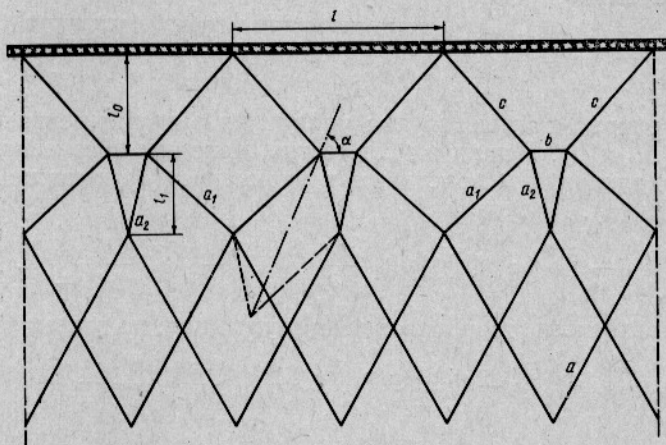


Рис. 2. Посадка на бегу, когда на одно огниво приходятся две ячеи.

Сравнивая правые части этих формул, находим

$$(a - \Delta a) - \frac{b^2}{4} = (a + \Delta a)^2 - \frac{(l-b)^2}{4}.$$

После упрощения получаем

$$\Delta a = \frac{l^2 - 2lb}{16a}. \quad (3)$$

По известному свойству диагоналей параллелограмма имеем

$$d_1^2 + d_2^2 = 2(a_1^2 + a_2^2),$$

где d_1 и d_2 — длина диагоналей параллелограмма, образованного двумя сторонами деформированной полуячеи и двумя линиями, параллельными этим сторонам (на рис. 2 они показаны пунктиром).

Короткая диагональ

$$d_1 = \frac{l}{2}.$$

Длинная диагональ

$$d_2 = \sqrt{2(a_1^2 + a_2^2) - \frac{l^2}{4}}$$

или

$$d_2 = \sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{4}}.$$

В то же время

$$\frac{1}{2} d_2 \cos \alpha = \frac{l}{4} - \frac{b}{2}.$$

Следовательно,

$$\frac{l}{4} - \frac{b}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{4}} \sqrt{\frac{S-l}{2(S-b)}}. \quad (4)$$

Таким образом, имеются два уравнения с двумя неизвестными величинами (Δa и b). Решая их совместно, находим неизвестные величины. Для определения b подставим в уравнение (4) выражение для Δa из уравнения (3). Получаем

$$\left(\frac{l}{2} - b\right)^2 = \left[4a^2 + 4\left(\frac{l^2 - 2lb}{16a}\right)^2 - \frac{l^2}{4}\right] \frac{S-l}{2(S-b)}.$$

Последовательно преобразовывая и упрощая, получаем

$$\left(\frac{l^2}{4} - lb + b^2\right)(S-b) = \left[2a^2 + 2 \cdot \frac{l^4 - 4l^3b + 4l^2b^2}{16^2 a^2} - \frac{l^2}{8}\right](S-l)$$

или

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} l^2 S - l S b + S b^2 - \frac{1}{4} l^2 b + l b^2 - b^3 &= 2a^2 (S-l) - \frac{l^2}{8} (S-l) + \\ &+ 2(S-l) \cdot \frac{l^4 - 4l^3b + 4l^2b^2}{16^2 a^2}. \end{aligned}$$

После приведения подобных членов находим следующее кубическое уравнение:

$$\begin{aligned} b^3 - \left[l + S - \frac{l^2(S-l)}{32a^2}\right] b^2 + \left[\frac{l^2}{4} + lS - \frac{l^3(S-l)}{32a^2}\right] b + \\ + (S-l) \cdot \left[2a^2 - \frac{l^2}{8} + \frac{l^4}{128a^2}\right] - \frac{l^2 S}{4} = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Из этого уравнения следует, что когда $S=l$, т. е. когда провес огнива равен 0, то $b = \frac{1}{2} l$ — решение вполне очевидное.

Для нахождения Δa преобразуем уравнение (3) следующим образом:

$$\frac{l}{2} - b = \frac{8a \Delta a}{l}$$

и подставим это выражение в уравнение (4)

$$\left(\frac{8a \Delta a}{l}\right)^2 = \left[4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{4}\right] \frac{S-l}{2(S-b)}$$

или

$$2 \left(\frac{8a \Delta a}{l}\right)^2 \left[S - \frac{l^2 - 16a \Delta a}{2l}\right] = (S-l) \left[4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{4}\right].$$

После преобразования и упрощений найдем следующее кубическое уравнение:

$$\Delta a^3 + \left[\frac{l(2S-l)}{16a} - \frac{(S-l)l^3}{16^2 a^3} \right] \Delta a^2 - \frac{l^3(S-l) \left(a^2 - \frac{l^2}{16} \right)}{16^2 a^3} = 0. \quad (6)$$

Это уравнение показывает, что когда $S=l$, то $\Delta a=0$, т. е. нормальная форма сетного полотна не нарушается.

После определения величин b и Δa , легко можно найти все остальные параметры деформированного сетного полотна. В частности, сразу можно написать следующее выражение:

$$l_0 = \frac{1}{2} \sqrt{(S-l)(S+l-2b)}. \quad (7)$$

Найдя параметры сетного полотна, можно определить натяжение отдельных нитей деформированных ячеей.

Предположим, что нижняя кромка сетного полотна нагружена равномерно распределенными силами величиной P кг на одну ячейку. Тогда натяжение посадочной нити

$$R_n = P \frac{c}{l_0} = P \frac{S-b}{2l_0} = P \frac{S-b}{\sqrt{(S-l)(S+l-2b)}}.$$

Натяжение нитей недеформированной ячейи равно

$$R = \frac{P}{2\sqrt{1-u^2}}, \quad (8)$$

где u — коэффициент посадки.

Сравнивая эту величину с натяжением посадочной нитки, находим

$$R_n = 2R \frac{\sqrt{1-u^2}(S-b)}{\sqrt{(S-l)(S+l-2b)}}. \quad (9)$$

Отношение натяжений нитей деформированной ячейи равно

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{a + \Delta a}{a - \Delta a},$$

где R_1 — натяжение нити, имеющей длину $a + \Delta a$;

R_2 — натяжение нити, имеющей длину $a - \Delta a$.

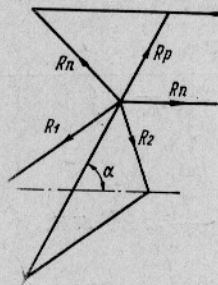


Рис. 3. Схема сил, действующих на посадочную нитку.

Рассматривая рис. 3, можно составить следующие соотношения:

$$\frac{R_1}{a + \Delta a} = \frac{R_2}{a - \Delta a} = \frac{2R_p}{\sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{4}}}$$

Следовательно, для определения натяжений R_1 и R_2 необходимо знать величину R_p , которую легко можно найти, рассматривая равновесия нитей ячей на посадочной нитке. Вертикальная составляющая R_p равна P , т. е.

$$R_p \sin \alpha = P.$$

Отсюда

$$R_p = \frac{P}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = P \sqrt{\frac{2(S-b)}{S+l-2b}}.$$

Таким образом,

$$R_1 = \frac{2P(a + \Delta a) \sqrt{2(S-b)}}{\sqrt{S+l-2b} \sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{4}}}. \quad (10)$$

Увеличение натяжения отдельных частей крайнего ряда полуячей ведет к ускоренному износу крайней нитки. Поэтому для удлинения срока службы эту нитку необходимо брать (и обычно берут) более прочной, чем все остальные нити сетного полотна. При наличии опушки очень часто крайнюю нить делают двойной.

Если срок износа пропорционален прочности, то крайняя нитка должна быть прочнее остальных в m раз, где

$$m = \frac{R_1}{R} = \frac{(a + \Delta a) \sqrt{2(S-b)} \cdot 2\sqrt{1-u^2}}{\sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{4}} \sqrt{S+l-2b}}. \quad (11)$$

Можно, конечно, учесть и фактический характер изменения сроков износа с изменением прочности нитки [3].

Рассмотрим для примера сетное полотно (шаг ячеек 90 мм), посаженное с посадочным коэффициентом 0,67 на бегу так, что на одно огниво приходится две ячей.

Длина огнива $l = 2 \cdot 2 \cdot 90 \cdot 0,67 = 240$ мм.

Положим, что длина нитки, идущая на образование одного огнива равна $1,3l$, тогда $S = 1,3 \cdot 240 = 312$ мм.

Подставляя эти данные в уравнение (7) и решая его обычным приближенным методом, находим, что $b = 67$ мм.

Из уравнения (7) находим величину

$$l_0 = \frac{1}{2} \sqrt{(312 - 240)(312 + 240 - 134)} = 87 \text{ мм.}$$

Из уравнения (3) находим

$$\Delta a = \frac{240^2 - 2 \cdot 240 \cdot 67}{16 \cdot 90} = 18 \text{ мм.}$$

Возьмем теперь первое уравнение (2) и найдем из него величину l_1 :

$$l_1 = \sqrt{(90 - 18)^2 - \frac{67^2}{4}} = 64 \text{ мм.}$$

Если бы ячей не деформировалась, то ее высота была бы равна $90 \cdot 0,745 = 67$ мм.

Найдем теперь, во сколько раз должна быть увеличена прочность крайней нитки по сравнению с прочностью нитки сетного полотна, чтобы компенсировать увеличение натяжения.

По формуле (11)

$$m = \frac{(90 + 18) \sqrt{2(312 - 67) \cdot 2 \cdot 0,745}}{\sqrt{312 + 240 - 2 \cdot 67} \sqrt{4(90^2 + 18^2) - \frac{240^2}{4}}} = 1,2,$$

т. е. на 20%.

По формуле (9) отношение прочности посадочной нитки к прочности нитки основного сетного полотна (недеформированного) должно быть равно

$$\frac{2 \cdot 0,745(312 - 67)}{(312 - 240)(312 + 240 - 134)} = 2,68,$$

т. е. прочность посадочной нитки только в 2,68 раза должна превышать прочность нитки основного сетного полотна.

Рассмотрим теперь случай, когда на каждое огниво приходится три ячей. При этом деформируется полная ячей (рис. 4), т. е. два крайних ряда. Интересной особенностью такой деформации является то, что крайняя нитка средней ячей не несет (после деформации сетного полотна на посадочном шве) никакой нагрузки, как бы велика не была вертикальная сила, приложенная к нижней кромке. Это явление наблюдается, как показывает практика, во всех случаях, когда число ячеек на огниве больше двух.

Для равновесия узла А (рис. 4 и 5) необходимо, чтобы сила R_3 была больше, чем R_4 (и больше, чем сила R). Такое положение возмож-

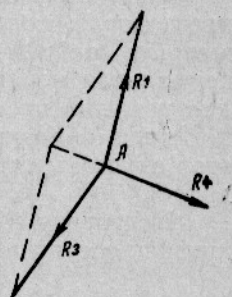


Рис. 4. Схема сил, действующих на узел деформированной ячей.

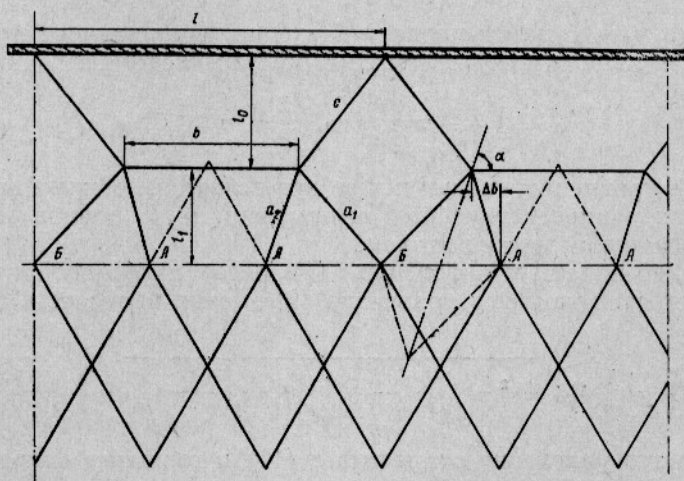


Рис. 5. Посадка на бегу, когда на одно огниво приходятся три ячей.

но только в том случае, когда посадочный коэффициент средней на огниве ячей будет больше, чем у крайних ячеек, т. е. когда соблюдается

неравенство $AA > AB$. Но тогда у двух соседних ячеек, находящихся во втором горизонтальном ряду, должна быть различная высота. Однако это изменение высоты столь незначительно (см. предыдущий пример), что практически компенсируется эластичностью ниток. Поэтому рассматриваемое сетное полотно имеет форму, изображенную на рис. 4.

Учитывая, что изменение посадочного коэффициента вдоль первой горизонтальной диагонали незначительно, для упрощения выкладок будем считать его постоянным, т. е. положим $AA = AB$.

Рассматривая равновесие узла A (рис. 5), можно было бы составить и точные уравнения, однако получающиеся при этом выкладки и конечные формулы носят чрезмерно громоздкий характер. Возникающая же при таком упрощении ошибка имеет заведомо незначительную величину.

Решение задачи о распределении сил на посадочной кромке, если преследовать только практические цели, сводится к определению натяжений в крайней нитке сетного полотна, так как здесь наблюдается максимальная неравномерность натяжений различных участков. Поэтому для решения поставленной задачи достаточно найти натяжение в концах нити, образующей крайнюю полуячейку на огниве. Следовательно, этот случай можно решить тем же способом, каким был решен предыдущий.

Используя обозначения, указанные на рис. 4, можно установить следующие соотношения:

$$\left. \begin{aligned} \Delta b &= \frac{b - 2au}{2} = \frac{b - l/3}{2}, \\ l_1 &= \sqrt{(a - \Delta a)^2 - \frac{(b - 2au)^2}{4}}, \\ l_2 &= \sqrt{(a + \Delta a)^2 - \frac{(l - b)^2}{4}}. \end{aligned} \right\} \quad (2')$$

Отсюда можно найти первое уравнение, связывающее Δa и b . Опуская промежуточные элементарные выкладки, находим

$$\Delta a = \frac{l}{12a} \left(\frac{2}{3} l - b \right). \quad (3')$$

Второе уравнение, связывающее эти величины, можно получить из условия, что равнодействующая рассматриваемых концов нити делит угол на посадочной нитке пополам.

Нетрудно видеть, что формула (1) остается справедливой и для случая трех ячеек, поэтому уравнение (2) можно написать в следующем виде:

$$\frac{(l + 2au) - 2b}{4} = \frac{1}{2} \sqrt{4a^2 + \frac{l^4}{324a^2} - \frac{l^3 b}{108a^2} + \frac{l^2 b^2}{144a^2} - \frac{l^2}{9}} \cdot \sqrt{\frac{S - l}{2(S - b)}}. \quad (4')$$

Решая это уравнение совместно с (11) и выражая отсюда b , после соответствующих упрощений найдем следующее кубическое уравнение:

$$\begin{aligned} b^3 - \left[\frac{4}{3} l + S - \frac{l^2(S - l)}{72a^2} \right] b^2 + \left[\frac{4l^2}{9} + \frac{4}{3} lS - \frac{l^3(S - l)}{54a^2} \right] b + \\ + (S - l) \left[2a^2 - \frac{l^2}{18} + \frac{l^4}{162a^2} \right] - \frac{4l^2 S}{9} = 0. \end{aligned} \quad (5')$$

Для случая, когда $S=l$, из этого уравнения получаем $b=2/3 l$.

Определив величину b , можно найти все остальные параметры деформированного сетного полотна.

Равнодействующая двух концов нити, образующей полуячейку, которая проходит через угол огнива, направлена по биссектрисе угла, образованного посадочной нитью, и, следовательно, составляет с горизонтом угол α .

Вследствие того, что нити средней ячейки не натянуты, вертикальная составляющая равнодействующей равна $\frac{1}{2}P+P=\frac{3}{2}P$. Поэтому величина равнодействующей равна (см. рис. 3).

$$R_p = \frac{3P}{2 \sin \alpha} = \frac{3}{2} \frac{P}{\sqrt{1 - \frac{S-l}{2(S-b)}}},$$

а ее горизонтальная составляющая равна натяжению посадочной нитки,

$$R_n = \frac{3P}{2 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{3}{2} P \frac{S-b}{\sqrt{(S-l)(S+l-2b)}}.$$

Таким образом, натяжение посадочной нитки увеличилось по сравнению с предыдущим случаем в 1,5 раза. Если учесть, что натяжение нитей основного сетного полотна осталось таким же, то будем иметь следующую формулу:

$$R_n = 3R \frac{\sqrt{1-u^2} (S-b)}{\sqrt{(S-l)(S+l-2b)}}, \quad (9')$$

дающую зависимость натяжения посадочной нитки от натяжения нитей основного сетного полотна.

Так как длины диагоналей параллелограмма, образованного сторонами $a+\Delta a$ и $a-\Delta a$, равны $\frac{l}{3}$ и $\frac{1}{2} \sqrt{a^2 + \Delta a^2 - \frac{l^2}{9}}$,

то

$$\frac{R_1}{a+\Delta a} = \frac{R_p}{\frac{1}{2} \sqrt{a^2 + \Delta a^2 - \frac{l^2}{9}}}.$$

Отсюда максимальное натяжение крайней нитки равно

$$R_1 = \frac{(a+\Delta a) 3P}{\sqrt{1 - \frac{1}{2} \frac{S-l}{S-b}} \sqrt{a^2 + \Delta a^2 - \frac{l^2}{9}}}. \quad (10')$$

Следовательно, отношение $R_1 : R$, характеризующее местное увеличение напряжения, равно

$$m = \frac{3(a+\Delta a) \sqrt{1-u^2}}{\sqrt{1 - \frac{S-l}{2(S-b)}} \sqrt{a^2 + \Delta a^2 - \frac{l^2}{9}}}. \quad (11')$$

Формулы дают возможность установить, насколько надо увеличить прочность крайних ниток сетного полотна, чтобы компенсировать нерав-

номерное их натяжение и выбрать прочные размеры посадочной нитки, для случая, когда на огниво приходится три ячеей.

Сравнение этих формул с формулами (7) и (8), а также рассмотренные рис. 6, на котором изображена часть сетного полотна, посаженная на бегу так, что на огниво приходится четыре ячейе, дают возможность отметить две важные особенности деформации сетного полотна при по-

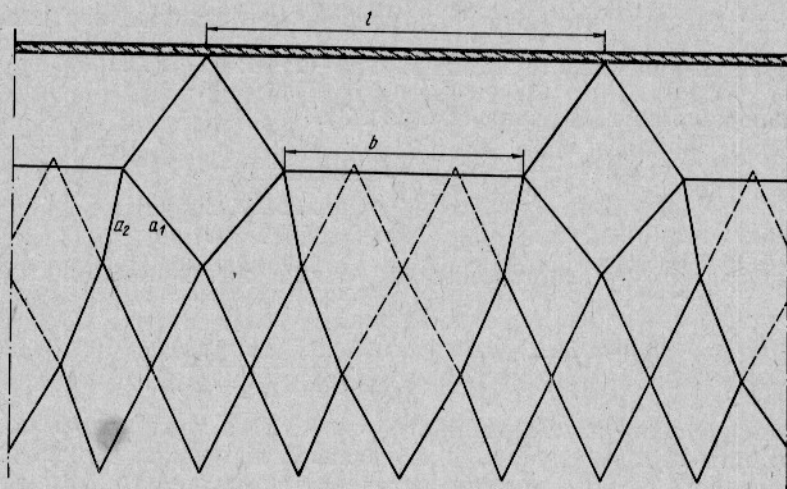


Рис. 6. Посадка на бегу, когда на одно огниво приходится четыре ячейе.

садке на бегу. Во-первых, с увеличением длины огнива, что эквивалентно уменьшению размера ячейе, неравномерность распределения нагрузки увеличивается, так как вся нагрузка воспринимается только угловыми ячейеми. Во-вторых, с увеличением количества ячейе увеличивается глубина деформации ячейе сетного полотна. Поэтому при постройке мелкочейных сетей, когда на одно огниво посажено большое количество ячейе, приходится отказываться от посадки на бегу.

Рассмотрим теперь задачу в общем виде. Пусть имеется сетное полотно, посаженное на бегу так, что на одно огниво приходится n ячейе. Приняв, что длина горизонтальной диагонали крайней ячейе равна $\frac{l}{n}$, составим формулы, аналогичные формулам (2):

$$l_1 = \sqrt{(a - \Delta a)^2 - \left(\frac{b - \frac{n-2}{n} l}{2}\right)^2}, \quad (12)$$

$$l_1 = \sqrt{(a + \Delta a)^2 - \left(\frac{l-b}{2}\right)^2}.$$

Отсюда получается довольно простое выражение для Δa :

$$\Delta a = \frac{l}{4an} \left(\frac{n-1}{n} l - b\right). \quad (13)$$

Учитывая сделанное выше допущение, находим следующее равенство:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{n-1}{n} l - b\right) = \sqrt{a^2 + \Delta a^2 - \frac{l^2}{4n^2}} \sqrt{\frac{S-l}{2(S-b)}}. \quad (14)$$

Так как

$$\frac{n-1}{n} l - b = \frac{4an \Delta a}{l},$$

то

$$\frac{16a^2 n^2 \Delta a^2}{l^2} = 2 \left(a^2 + \Delta a^2 - \frac{l^2}{4n^2} \right) \frac{S-l}{(S-b)}.$$

Выполнив необходимые преобразования, получаем следующее кубическое уравнение:

$$\Delta a^3 + \left[\frac{l}{4an} \left(S - \frac{n-1}{n} l \right) - \frac{(S-l) l^3}{32a^3 n^3} \right] \Delta a^2 - \frac{(S-l) l^3}{32a^3 n^3} \left(a^2 - \frac{l^2}{4n^2} \right) = 0. \quad (15)$$

Из уравнения следует, что

$$b = \frac{n-1}{n} l - \frac{4an \Delta a}{l}.$$

Поэтому после нахождения величины Δa можно найти все остальные параметры деформированной части сетного полотна. Однако величину b можно найти, исключив из уравнений и величину Δa . В этом случае находим следующее кубическое уравнение:

$$\begin{aligned} b^3 - \left[2 \frac{n-1}{n} l + S - \frac{l^2(S-l)}{8a^2 n^2} \right] b^2 + \left[\left(\frac{n-1}{n} l \right)^2 + \right. \\ \left. + 2 \left(\frac{n-1}{n} l \right) \left(S - \frac{l^2(S-l)}{8a^2 n^2} \right) \right] b + (S-l) \left[2a^2 - \frac{l^2}{2n^2} + \right. \\ \left. + \left(\frac{n-1}{n} \right)^2 \frac{l^4}{8a^2 n^2} \right] - \left(\frac{n-1}{n} l \right)^2 S = 0. \quad (16) \end{aligned}$$

Легко убедиться, что уравнения (5) и (5') являются частными случаями этого уравнения.

Натяжение посадочной нитки равно

$$R_n = \left[\frac{1}{2} P + (n-2) P \right] \frac{c}{l_0} = P \left(n - \frac{3}{2} \right) \frac{c}{l_0}.$$

Так как формула (7) остается справедливой при любом количестве ячеек на огнive, то

$$R_n = P \left(n - \frac{3}{2} \right) \frac{S-b}{\sqrt{(S-l)(S+l-2b)}}.$$

Сравнивая эту величину с R_p (формула 8), находим

$$R_n = \frac{2\sqrt{1-u^2} R (S-b) \left(n - \frac{3}{2} \right)}{\sqrt{(S-l)(S+l-2b)}}. \quad (17)$$

Вертикальная составляющая R_p равна

$$R_p \sin \alpha = \left(n - \frac{3}{2} \right) P,$$

следовательно,

$$R_p = \left(n - \frac{3}{2} \right) P \sqrt{\frac{2(S-b)}{S+l-2b}}.$$

Горизонтальная диагональ деформированной ячей имеет длину $\frac{l}{n}$, поэтому длина второй диагонали равна

$$\sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{n^2}}.$$

Следовательно, имеет место следующая пропорция:

$$\frac{R_1}{a + \Delta a} = \frac{2 R_p}{\sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{n^2}}}.$$

Отсюда находим максимальное натяжение нити деформированной ячей

$$R_1 = \frac{2(a + \Delta a) R_p}{\sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{n^2}}} = \frac{2(a + \Delta a) \left(n - \frac{3}{2}\right) P \sqrt{2(S - b)}}{\sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{n^2}} \sqrt{S + l - 2b}}.$$

Таким образом, коэффициент m , характеризующий отношение этого натяжения к натяжению недеформированной ячей, равен

$$m = \frac{4(a + \Delta a) \left(n - \frac{3}{2}\right) \sqrt{2(S - b)} \sqrt{1 - u^2}}{\sqrt{4(a^2 + \Delta a^2) - \frac{l^2}{n^2}} \sqrt{S + l - 2b}}. \quad (18)$$

В качестве примера рассмотрим сетное полотно, имеющее шаг ячеек 30 мм, посаженное с посадочным коэффициентом 0,50 так, что на каждое огниво приходится шесть ячеек. Требуется определить, во сколько раз увеличится натяжение нити деформированной ячей на посадочной нитке, если применена посадка на бегу.

Расстояние между посадочными узлами на подборе $l = 2nau = 2 \cdot 6 \times \times 30 \cdot 0,5 = 180$ мм. Примем, что $S = 240$ мм. Подставляя эти данные в формулу (16), находим

$$b^3 - 54b^2 + 920b - 5150 = 0.$$

Решение этого кубического уравнения дает $b = 11$ см.

По формуле (13) находим

$$\Delta a = \frac{18}{4 \cdot 3 \cdot 6} \left(\frac{5}{6} \cdot 18 - 11 \right) = 0,25(15 - 11) = 0,25 \cdot 4 = 1 \text{ см},$$

что указывает на очень большую деформацию ячеек крайнего ряда сетного полотна. Определим теперь величину коэффициента m :

$$m = \frac{4(3 + 1) \left(6 - \frac{3}{2}\right) \sqrt{2(24 - 11)} \cdot 0,87}{\sqrt{4(9 + 1) - \left(\frac{18}{6}\right)^2} \sqrt{24 + 18 - 22}} \approx 13.$$

Таким образом, при данной посадке натяжение крайней нитки примерно в 13 раз больше, чем натяжение нитей недеформированной части сетного полотна. Такое большое увеличение натяжения объясняет, поче-

му при постройке орудий лова из мелкочейного сетного полотна избегают применять рассматриваемый способ посадки.

Проведенный анализ показывает, что глубина и степень деформации определяются параметрами сетного полотна и огнива, но в первую очередь зависят от размера ячеи. Так как расстояние между посадочными узлами на подборе практически не зависит от размера ячеи, то с уменьшением размера ячеи увеличивается их число на одном огниве. Поэтому с уменьшением a увеличивается n , а следовательно, и m .

Глубина деформации обратно пропорциональна размеру ячеи и практически занимает по высоте столько ячей, сколько их приходится на одно огниво. Следовательно, с точки зрения равной прочности дели опушки и основного сетного полотна высота опушки должна быть равна (в ячеях) числу ячей на огниве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Н. Н. Некоторые вопросы теории лова рыбы жаберными сетями. Труды ВНИРО. Т. 30, 1955.
 2. Андреев Н. Н. Справочник по орудиям лова, сетеснастным материалам и промысловому снаряжению. Пищепромиздат, 1962.
 3. Андреев Н. Н. Расчет сетеснастных материалов на износ. Труды Атлантического научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АтлантиИИРО). Вып. 10, 1963.
 4. Баранов Ф. И. Техника промышленного рыболовства. КОИЗ, 1933.
 5. Баранов Ф. И. Теория и расчет орудий рыболовства. Пищепромиздат, 1940.
 6. Калиновский В. С. Инструкция по постройке, установке и эксплуатации штормоустойчивых ставных неводов. Пищепромиздат, 1951.
-