

УДК 639.2.081.117.001.57
ББК 47.225.2-02

А. А. Недоступ, Е. В. Соколова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛИ ЗАКИДНОГО НЕВОДА

A. A. Nedostup, E. V. Sokolova

EXPERIMENTAL RESEARCH OF BEACH SEINE GEOMETRIC AND FORCE CHARACTERISTICS

Приводятся результаты опытов с моделью закидного невода и анализ полученных данных. Было проведено два опыта, в ходе которых с помощью тензодатчика измерялось натяжение крыльев модели невода и сопротивление ее сетной части. По результатам опытных данных построены графики, демонстрирующие зависимость действующих усилий от формы, принимаемой моделью в процессе движения. Форма модели характеризовалась отношением стрелы прогиба к расстоянию между ножами (крыльями) модели закидного невода. В первом опыте указанные параметры изменялись перемещением обоих крыльев, во втором – бежное крыло было закреплено в одной точке и форма изменялась только перемещением пятого крыла. С ростом данного отношения наблюдалось снижение натяжения крыльев и сопротивления сетной части модели.

Ключевые слова: закидной невод, модель, экспериментальное исследование, геометрические и силовые характеристики.

The results of the experiments with the beach seine model are described. Two experiments have been made. During the experiment the tension of the wings and hydrodynamic force of drag have been measured with the strain-gauge transducer. According to the results of the experiments graphs demonstrating the dependence of the forces on the model shape, have been made. The model shape is described by the ratio of bending deflection to the distance between the wings of the beach seine. In the first experiment, the parameters were changing with the movement of the both wings, in the second experiment one wing was fixed at one point and the shape was changing with the movement of the other wing. With the growth of this ratio the tension of the wings and the hydrodynamic force of drag of the model were declining.

Key words: beach seine, model, experimental research, geometric and force characteristics.

Экспериментальные методы исследования орудий рыболовства включают в себя методы натурального эксперимента и эксперимента с моделями [1–3]. Натурные опыты изучают явление с наибольшей полнотой, что является их достоинством и недостатком, т. к. опыт находится под влиянием множества второстепенных факторов, которые влияют на результаты.

При моделировании изучаемое явление схематизируется, поэтому результаты модельных опытов содержат погрешности. Однако при моделировании можно выделить изучаемое явление в чистом виде. Кроме того, эксперименты с моделями требуют меньших затрат.

В 2006 г. в гидроканале ОАО «МариНПО» была проведена серия опытов по изучению процесса движения закидного невода. Данные о конструкции озерного закидного невода размерами 250 × 6 м взяты из справочника по орудиям внутреннего рыболовства [4]. Для экспериментов была изготовлена модель участка закидного невода 250 × 6 м. Но поскольку, согласно теории моделирования, высота модели закидного невода должна была составлять 8,76 см, построить такую модель не представлялось возможным. Поэтому было принято решение изготовить модель участка невода. Исследовалась сетная часть закидного невода прямоугольной формы с постоянным значением шага ячеи и диаметра нити – первая сетная часть от мешка по нижней подборе. Длина этой части у натурального невода равняется 31,7 м. Сравнение характеристик участка натурального невода и модели представлено в табл. 1.

Сравнение характеристик участка натурального невода и модели

Характеристика	Участок природы	Модель
Длина секции l , м	31,7	2,996
Диаметр нити d , м	$0,82 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$
Шаг ячеи a , м	$12 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
Высота секции h , м	6,7	0,69
Количество ячей по высоте n , шт.	–	58
Количество ячей по длине m , шт.	–	280

В ходе опытов измерялось сопротивление сетной части невода при разных раскрытиях крыльев и разных значениях скорости. По результатам опытов была получена матрица значений данных параметров. При каждом значении скорости и расстояния между крыльями снималось 30 показаний тензометрической станции. Во всех опытах сопротивление сетной части измерялось при помощи тензодатчика. В первом опыте участок пятного крыла крепится к ножке за счет оттяжек, а участок бежного крыла крепится к балке. С помощью этой балки имитируется стрела прогиба, которая определялась через геометрический масштаб натурального невода. Были заданы четыре значения расстояния между крыльями невода и четыре значения стрелы прогиба. Крылья невода крепились с помощью ножей. Опыт проводился при скорости 0,3 м/с. Схема проведения опыта представлена на рис. 1. Результаты опыта представлены в табл. 2. Графики, демонстрирующие полученные экспериментальные данные, представлены на рис. 2–5.



Рис. 1. Схема проведения опыта № 1

Сила сопротивления сетной части определялась по формуле

$$R = T_{\text{пят.пр}} + T_{\text{беж.пр}}$$

где $T_{\text{пят.пр}}$ – проекция натяжения в пятном крыле, которая определялась по формуле

$$T_{\text{пят.пр}} = T_{\text{пят}} \cdot \cos \alpha_{\text{пят}}$$

где $\alpha_{\text{пят}}$ – средний угол атаки пятного крыла в вертикальной плоскости.

$T_{\text{беж.пр}}$ – проекция натяжения в бежном крыле, которая определялась по формуле

$$T_{\text{беж.пр}} = T_{\text{беж}} \cdot \cos \alpha_{\text{беж}}$$

где $\alpha_{\text{беж}}$ – средний угол атаки бежного крыла в вертикальной плоскости.

Коэффициент силы сопротивления участка невода определялся по формуле

$$c_x = \frac{2R}{\rho v^2 F_{\text{ниток}}}$$

Таблица 2

Результаты опытов при скорости 0,3 м/с

Расстояние между ножами X , м	1,56	2,37	2,67	2,88
Стрела прогиба Y , м	2,4	1,56	1,26	0,90
Отношение стрелы прогиба к расстоянию между ножами Y/X	1,54	0,66	0,47	0,31
Средний угол атаки пятного крыла в вертикальной плоскости $\alpha_{\text{пят}}$, град	9	19	25	32
Средний угол атаки бежного крыла в вертикальной плоскости $\alpha_{\text{беж}}$, град	30	31	32	35
Натяжение пятного крыла $T_{\text{пят}}$, Н	3,9	6,5	8,0	9,8
Натяжение бежного крыла $T_{\text{беж}}$, Н	10,0	11,7	12,2	11,2
Сила сопротивления сетной части закидного невода с оснасткой R , Н	12,512	16,175	17,597	17,485
Коэффициент силы сопротивления участка невода c_x	0,668	0,864	0,940	0,934

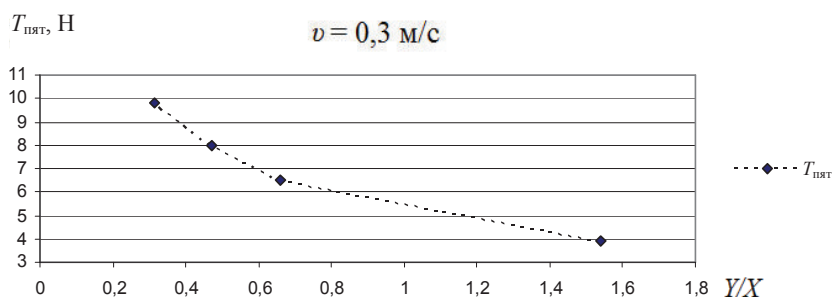


Рис. 2. Зависимость натяжения пятного крыла от отношения стрелы прогиба к расстоянию между ножами, $T_{\text{пят}} = f(v, Y/X)$

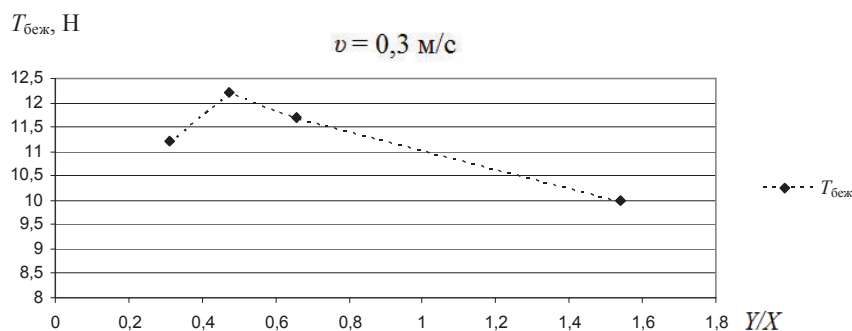


Рис. 3. Зависимость натяжения бежного крыла от отношения стрелы прогиба к расстоянию между ножами, $T_{\text{беж}} = f(v, Y/X)$

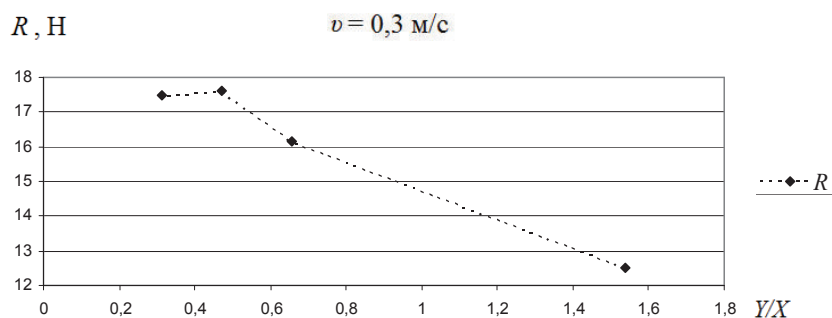


Рис. 4. Зависимость сопротивления сетной части невода от отношения стрелы прогиба к расстоянию между ножами, $R = f(v, Y/X)$

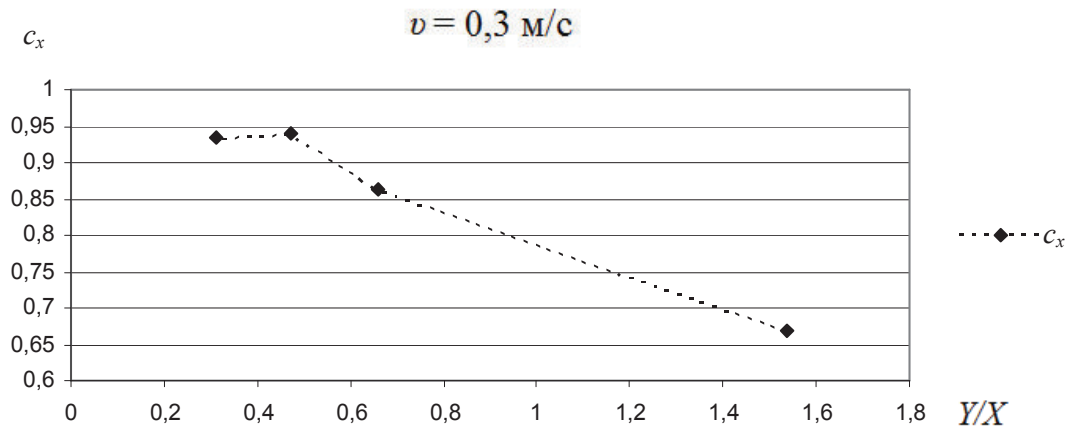


Рис. 5. Зависимость коэффициента силы сопротивления сетной части невода от отношения стрелы прогиба к расстоянию между ножами, $c_x = f(v, Y/X)$

В опыте № 2 модель двигалась со скоростью 0,2; 0,25 и 0,3 м/с. При каждом значении скорости изменялось расстояние между раздвижными ножами L и средний угол атаки пяточного крыла в вертикальной плоскости α . Схема проведения эксперимента представлена на рис. 6. Экспериментальные данные представлены в табл. 3–5. Графики, демонстрирующие экспериментальные данные, показаны на рис. 7–9. Сила сопротивления сетной части определялась по формуле

$$R = 2T_{\text{пят.пр.}}$$

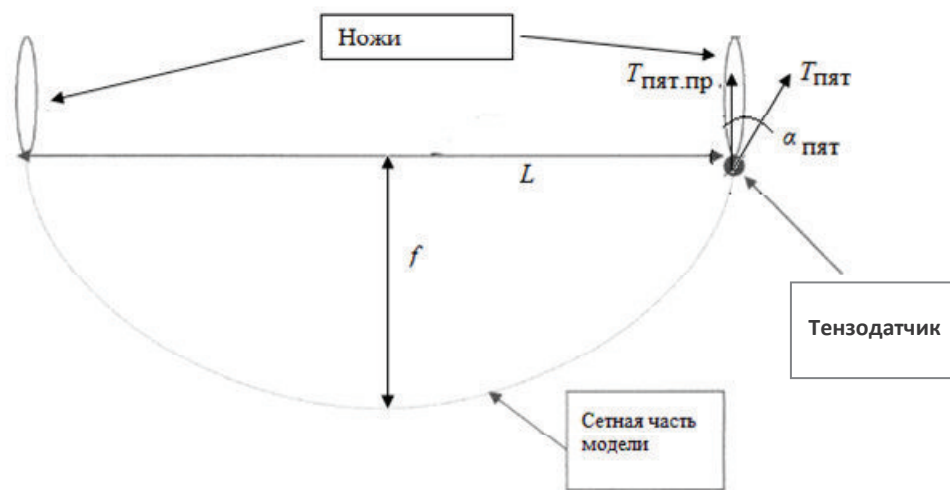


Рис. 6. Схема проведения опыта № 2

Таблица 3

Результаты опытов при скорости 0,2 м/с

Расстояние между ножами L , м	1,56	2,37	2,67	2,88
Средний угол атаки пяточного крыла в вертикальной плоскости α , град	15	33	47	60
Натяжение пяточного крыла $T_{\text{пят.}}$, Н	3,1	3,9	4,8	4,3
Сопротивление сетной части с оснасткой R , Н	5,989	6,542	6,547	4,3
Коэффициент силы сопротивления c_x	0,720	0,786	0,787	0,517
Стрела прогиба f , м	1,198	0,809	0,569	0,419
Отношение стрелы прогиба к расстоянию между ножами f/L	0,77	0,34	0,21	0,15

Таблица 4

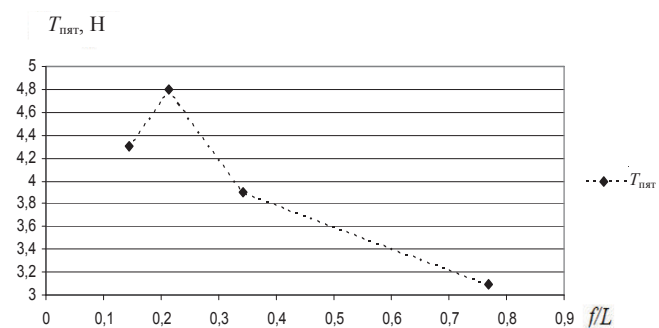
Результаты опытов при скорости 0,25 м/с

Расстояние между ножами L , м	1,56	2,37	2,67	2,88
Средний угол атаки пятого крыла в вертикальной плоскости α , град	15	33	47	60
Натяжение пятого крыла $T_{\text{пят}}$, Н	4,9	6,2	6,9	7,0
Сопrotивление сетной части с оснасткой R , Н	9,466	10,4	9,412	7,0
Кoэффициент силы сопротивления c_x	0,728	0,800	0,724	0,538
Стрела прогиба f , м	1,198	0,809	0,569	0,419
Отношение стрелы прогиба к расстоянию между ножами f/L	0,77	0,34	0,21	0,15

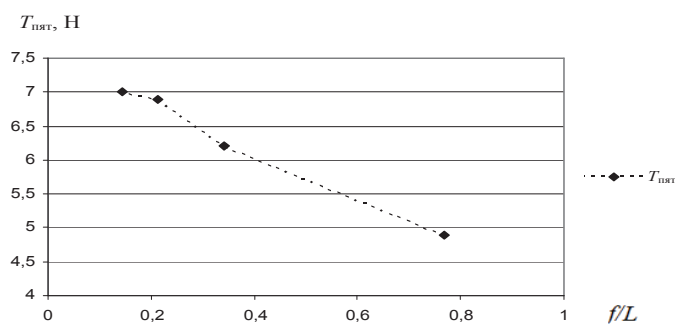
Таблица 5

Результаты опытов при скорости 0,3 м/с

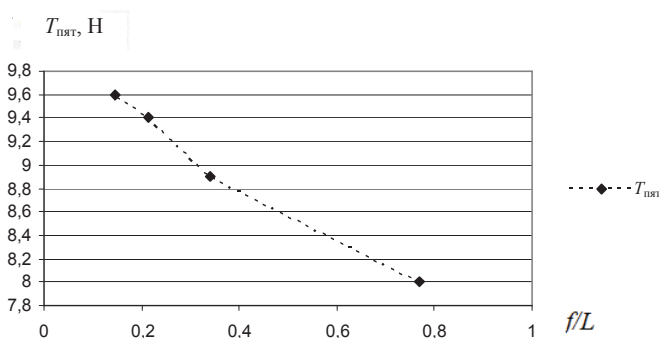
Расстояние между ножами L , м	1,56	2,37	2,67	2,88
Средний угол атаки пятого крыла в вертикальной плоскости α , град	15	33	47	60
Натяжение пятого крыла $T_{\text{пят}}$, Н	8,0	8,9	9,4	9,6
Сопrotивление сетной части с оснасткой R , Н	15,455	14,928	12,822	9,6
Кoэффициент силы сопротивления c_x	0,826	0,797	0,685	0,513
Стрела прогиба f , м	1,198	0,809	0,569	0,419
Отношение стрелы прогиба к расстоянию между ножами f/L	0,77	0,34	0,21	0,15



а



б



в

Рис. 7. Зависимость натяжения пятого крыла от отношения стрелы прогиба к расстоянию между ножами при скорости: а – 0,2; б – 0,25 и в – 0,3 м/с, $T_{\text{пят}} = f(v, f/L)$

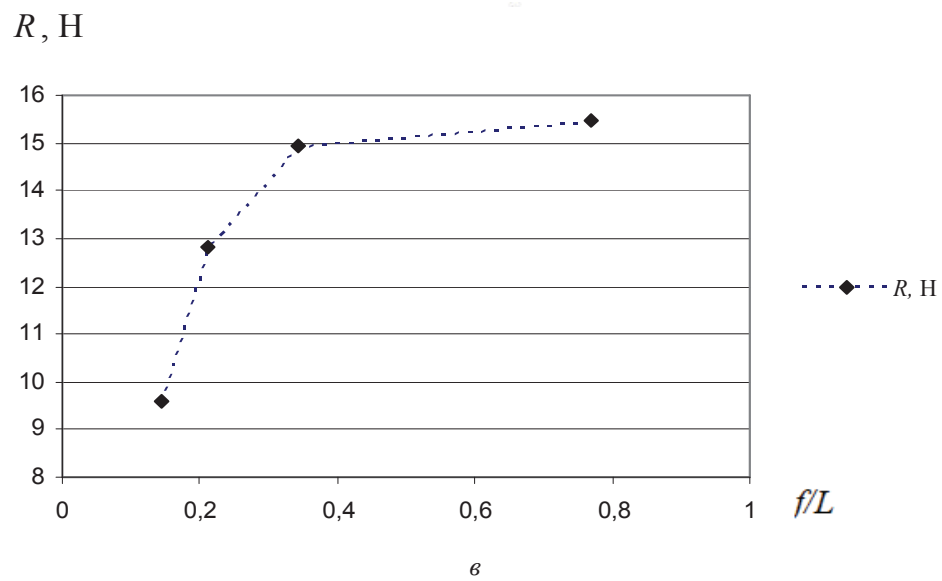
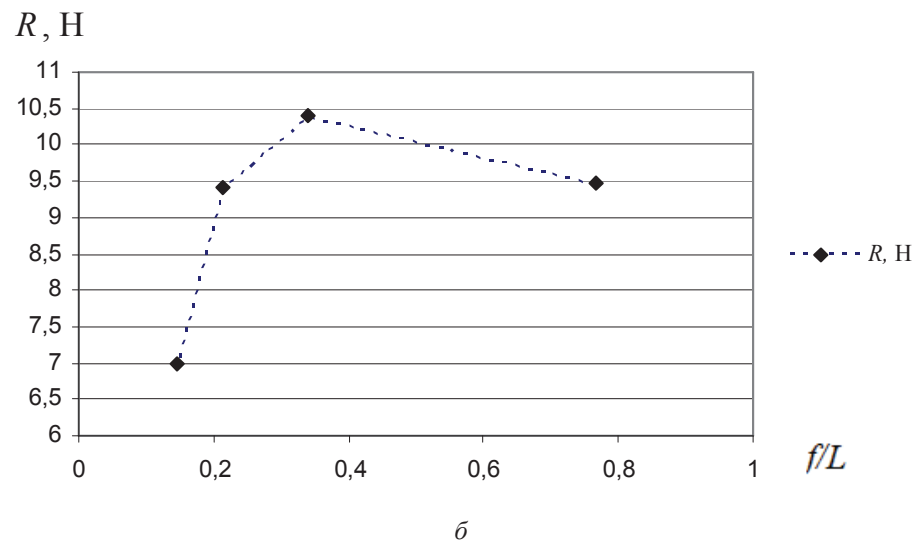
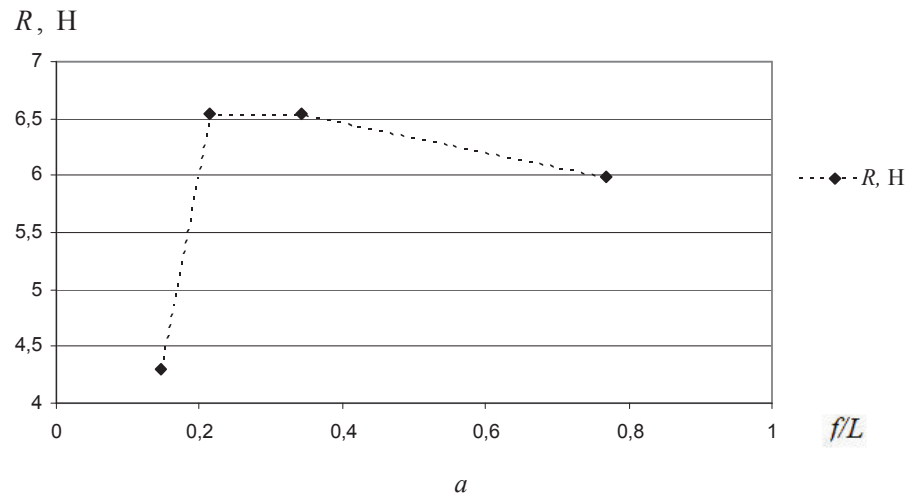


Рис. 8. Зависимость сопротивления сетной части невода от отношения стрелы прогиба к расстоянию между ножами при скорости: $a - 0,2$; $b - 0,25$ и $v - 0,3$ м/с, $R = f(v, f/L)$

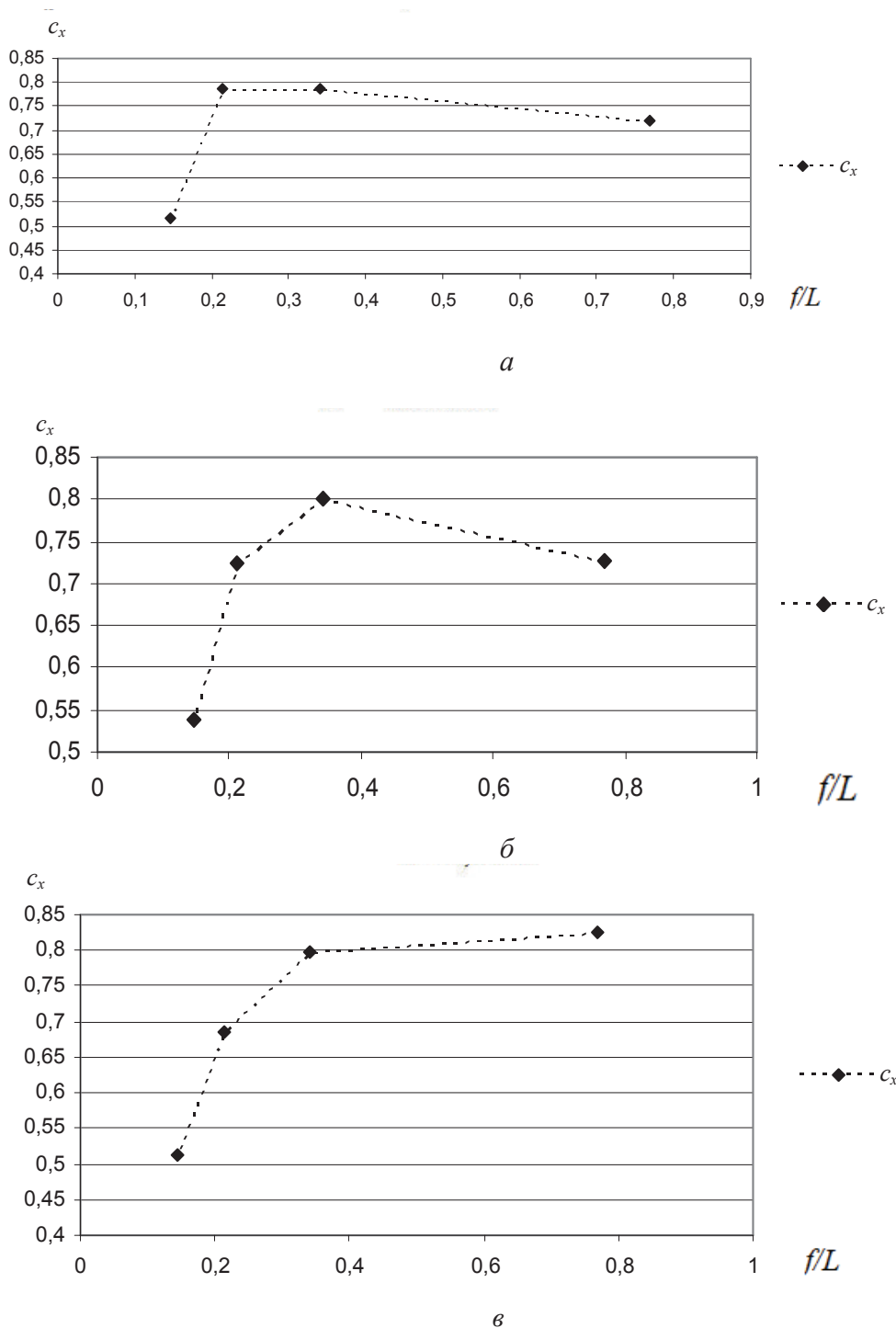


Рис. 9. Зависимость коэффициента силы сопротивления сетной части невода от отношения стрелы прогиба к расстоянию между ножами при скорости:
 $a - 0,2$; $б - 0,25$ и $в - 0,3$ м/с, $c_x = f(v, f/L)$

По полученным данным можно сделать вывод, что при увеличении стрелы прогиба натяжение пятного крыла уменьшается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов Ф. И. Избранные труды / Ф. И. Баранов // Техника промышленного рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1969. Т. 1. 719 с.
2. Фридман А. Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства / А. Л. Фридман. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 327 с.

3. *Розенштейн М. М.* Механика орудий рыболовства / М. М. Розенштейн, А. А. Недоступ. М.: Моркнига, 2011. 528 с.
4. *Орудия* промышленного рыболовства внутренних водоемов России: справочник: в 4 т. Т. 4. Орудия промышленного рыболовства центрального, северного и северо-западного районов Европейской части России. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2004, 241 с.

REFERENCES

1. Baranov F. I. Izbrannye trudy [Selected works]. *Tekhnika promyshlennogo rybolovstva*. Moscow, Pishchevaia prom-st' Publ., 1969. Vol. 1. 719 p.
2. Fridman A. L. *Teoriia i proektirovanie orudii promyshlennogo rybolovstva* [Theory and designing of industrial fishing tools]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlenost' Publ., 1981. 327 p.
3. Rozenshtein M. M., Nedostup A. A. *Mekhanika orudii rybolovstva* [Mechanics of fishing tools]. Moscow, Morkniga Publ., 2011. 528 p.
4. *Orudiia promyshlennogo rybolovstva vnutrennikh vodoemov Rossii* [Tools of industrial fishing in inland water reservoirs in Russia]. Spravochnik: v 4 t. Vol. 4. Orudiia promyshlennogo rybolovstva tsentral'nogo, severnogo i severo-zapadnogo raionov Evropeiskoi chasti Rossii. Tyumen, SibrybNIiproekt, 2004. 241 p.

Статья поступила в редакцию 20.03.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Недоступ Александр Алексеевич – Калининградский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; зав. кафедрой «Промышленное рыболовство»; nedostup@klgtu.ru.

Nedostup Alexander Alekseevich – Kaliningrad State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department "Commercial Fishery"; nedostup@klgtu.ru.

Соколова Елена Валерьевна – Калининградский государственный технический университет; аспирант кафедры «Промышленное рыболовство»; sokolovahelena@mail.ru.

Sokolova Elena Valerievna – Kaliningrad State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Commercial Fishery"; sokolovahelena@mail.ru.