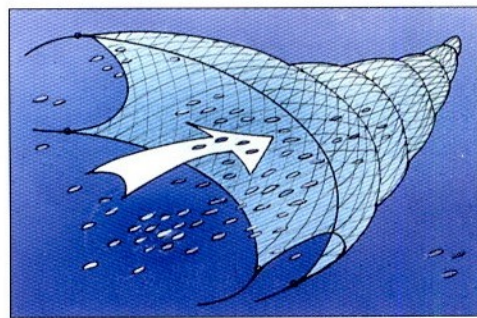


О формировании улова в траловом мешке

Канд. техн. наук Л.Е. Мейлер – Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота



Известно, что трал является источником гидродинамических, звуковых и оптических полей, которые влияют на поведение гидробионтов. При проектировании тралов используют модели взаимодействия с ними гидробионтов (Габрюк В.И., Кулагин В.Д. *Механика орудий рыболовства и АРМ промысловика*. М.: Колос, 2000. 416 с.).

Определение характеристик указанных полей в трале, в частности, в траловом мешке, необходимо для оценки распределения скоростей потока и давлений, формы сетной конструкции и сил, действующих на нее. Величина и качество улова в мешке также тесно связаны с картиной течений в нем. Поэтому параметры тралового мешка (периметр и длина мешка, размеры ячеей рубашки и каркаса) следует определять не только исходя из конструктивных характеристик траулера (ширина слипа, длина промысловой палубы) и биометрических характеристик объектов лова, но и с учетом поведения рыбы, находящейся под воздействием указанных полей. Конструктивные параметры мешка влияют на распределение скоростей течения в нем, а также на скорости и направления перемещения рыбы. Объячеивание рыбы в сетном полотне мешка влияет на его гидродинамику, селективность и уловистость.

Гидродинамика трала и его элементов как проблема давно привлекает исследователей. Упоминания о первых исследованиях гидродинамических полей в тралах, и в частности, в траловых мешках, относятся к шестидесятым годам прошлого века. Несмотря на то, что накоплен значительный экспериментальный материал, а также разработаны математические модели, проблема остается актуальной и в настоящее время. В частности, результатами исследований гидродинамических полей трала обосновываются технологии промысла различных видов рыб (Мизюркин М.А. *Обоснование технологии разновидового промысла рыб крупнотоннажными судами в Тихом океане: автореф. дис. ... д-ра техн. наук*. М., 2004. 47 с.; Шевченко А.И. *Рациональная технология тралового промысла минтая: автореф. дис. ... д-ра техн. наук*. Владивосток, 2004. 47 с.).

Распределение скоростей потока и давлений в тралах и траловых мешках изучались в основном экспериментальными методами: в натуральных условиях посредством подводных обитаемых аппаратов, установки в тралы гидрометрических вертушек и других измерителей скорости, а также в процессе модельных испытаний в гидроканалах и бассейнах.

Установлены наличие значительного подпора, создаваемого тралом, и снижение скорости потока внутри тралового мешка, особенно резкое при наличии улова в его цилиндрической части. Происходит увеличение фильтрации воды через сетную оболочку трала по направлению к мешку, с чем взаимосвязана интенсивность выхода рыбы из трала (Ефанов С.Ф., Истомин И.Г., Рождественская В.П. *Особенности поведения минтая в зоне действия трала*. «РХ», 1987, № 11, с. 60 – 61; Габрюк В.И., Чернецов В.В. *Плот-катамаран для исследования гидромеханики трала и его вооружения*. «РХ», 1985, № 5, с. 65–66).

Вдоль сетных стенок тралового мешка образуется пограничный слой (Баев Е.Л., Белов В.А. *Определение поля скоростей модели тралового мешка*. «РХ», 1987, № 1, с. 47–48). Подводные наблю-

дения (Заферман М.Л., Серебров Л.И. *Формирование улова в траловом мешке*. «РХ», 1989, № 9, с. 66–68) за процессом формирования улова в траловом мешке дали возможность проанализировать изменение его формы в процессе наполнения рыбой. Гидродинамические условия формирования улова в мешке приводят к значительному травматизму рыб в результате объячеивания и затрудненного прохода сквозь ячеи.

Целью исследований последнего времени (Белов В.А. *Течения воды в тралах*. «РХ», 2002, № 1, с. 51–52; Paschen M. *Flow investigations of net cones*/ M. Paschen, Winkel H.-J.// *Methods for the development and evaluation of maritime technologies (DEMaT'99): Proceedings of the 4-th international workshop*. Rostock, 1999. P. 197–216; Priour D. *The objectives and main results of the PREMECS EU project: Development of predictive model of cod-end selectivity*/ D. Priour, B. O'Neill, I. Leonori, L. Fiorentini, D. Wileman// *Methods for the development and evaluation of maritime technologies (DEMaT'01): Proceedings of the 5-th international workshop*. Rostock, 2001. Vol. 2. P. 221–235; Paschen M. *Model tests of various cod-end constructions – the key for an explanation of selectivity characterisation*/ M. Paschen, W. Kopnick, H.-J. Winkel// *Methods for the development and evaluation of maritime technologies (DEMaT'01): Proceedings of the 5-th international workshop*. Rostock, 2001. Vol. 2. P. 189–205) являлась оценка взаимодействия потока и рыбы в траловых мешках с точки зрения повышения селективности тралов, в частности, в рамках международного проекта PREMECS (PREdictive MEthods of Codend Selectivity).

Современный подход к пониманию селективности базируется на рассмотрении взаимодействия рыбы, орудия лова и потока воды как единого комплекса. Характеристики селективности буксирных орудий лова могут эффективно изменяться, если известны причинные связи между поведением рыбы, конструкцией трала и его гидродинамикой. Ключом к объяснению таких характеристик могут быть результаты исследований серии моделей траловых мешков с имитацией улова, которые позволили определить зависимости локального давления внутри моделей от степени наполнения «уловом». Затенение поперечного сечения «уловом» в значительной мере изменяет распределение скоростей потока и давлений в мешке. Это, в свою очередь, приводит к изменению формы мешка и поведения рыб. Для расчета геометрических характеристик тралового мешка оценивался механизм заполнения мешка «уловом». Исследованы форма мешка и гидродинамические силы, действующие на него при различных объемах «улова»; определены части мешка, блокированные в результате «объячеивания».

Аналогичные исследования проводились и в гидроканале МариНПО. Модели мешка изготавливались из дели диаметром нити $d = 3,1$ мм и шагом ячеей $a = 40$ мм. Оценивался процесс формирования улова, т.е. заполнения концевой части модели при различных вариантах ее конструкции. В качестве «объекта лова» применялись шары, имеющие нейтральную плавучесть и имитирующие «пассивную» рыбу. Модели мешков, посаженные на устьевой обрuch, оттяжками длиной 1,5 м крепились к раме, размещенной в рабочем участке гидроканала. Для подачи шаров в модель перед рамой устанавливалось устройство, схема которого представлена на рис. 1.

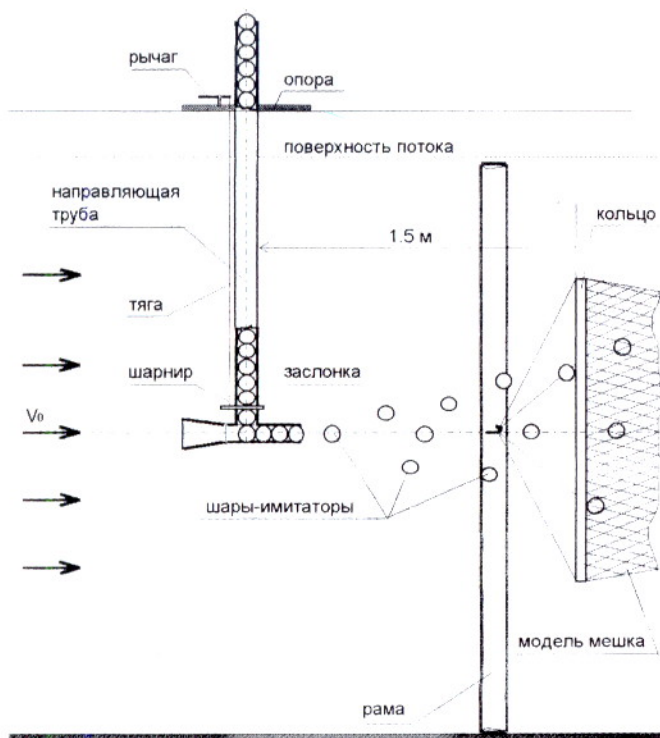


Рис. 1. Схема подачи шаров в модель мешка

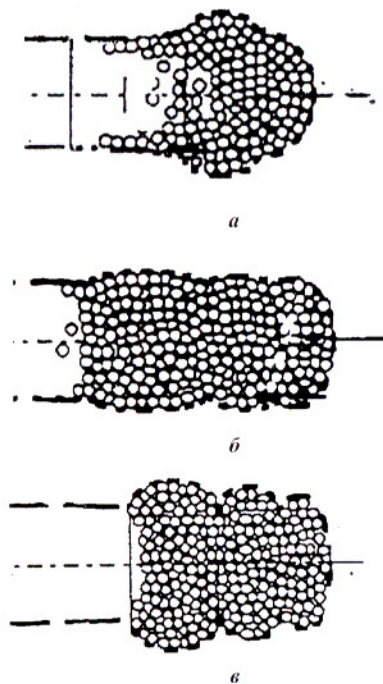


Рис. 2. Формирование «улова» в концевой части модели мешка

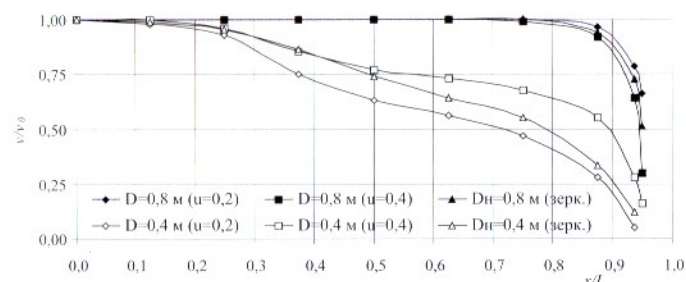


Рис. 3. Относительная осевая скорость потока в модели «сетной цилиндр»

Скорость набегающего потока v_0 в процессе проведения исследований равнялась 1,5 м/с, что обеспечивало попадание шаров в устье модели, а также равномерное раскрытие самой модели. Процесс заполнения мешка шарами фиксировался видео- и фотосъемкой. На различных промежутках по длине модели измерялась средняя скорость перемещения шаров.

Для моделей мешков *сетной цилиндр* варьировались диаметр ($D = 0,4$ и $0,8$ м), длина ($L_c = 4-6-8$ м) и посадка дели: ромбическая ($u = 0,2$ и $0,4$) и «зеркальная». Цилиндрическая форма и соответствующая начальная посадка по длине модели поддерживались дополнительными обручами. В концевой части модели устанавливались делительные пояса, расстояния между которыми соответствовали натурным соотношениям между диаметром мешка и поясами. Распределение потоков внутри мешка таково, что шары в концевой части распределяются по поверхности сети и форма «улова» имеет вид воронки, как показано на рис. 2, а.

Внешняя форма мешка с «уловом» имеет вид плохо обтекаемого тела, что вызывает его интенсивное раскачивание. Скорости потока вдоль центральной оси модели уменьшаются до нулевого значения внутри воронки. Подобное формирование «улова» наблюдалось при различных длинах модели. При «зеркальном» расположении ячеей в сетном полотне мешок сохраняет цилиндрическую форму, как показано на рис. 2, б.

Шары равномерно распределяются по сечению концевой части мешка. При этом почти не образуются «воронки» по оси мешка, а внешняя форма мешка имеет вытянутый вид, раскачивание отсутствует. Изменение осевой скорости потока по длине модели $D = 0,8$ м как для ромбической, так и для «зеркальной» ячеей практически одинаково. Резкое снижение скорости наблюдается только в конце модели перед «уловом». Для модели $D = 0,4$ м, при аналогичном заполнении «уловом», существенное снижение скорости потока происходит уже в начальной части модели и имеет место влияние посадки дели (рис. 3).

Модели мешков *сетной конус* имели длину $L_k = 8$ м с устьевым диаметром $D_u = 1$ м. Варьировалась посадка дели — $u = 0,2$ и $0,4$ и «зеркальная». Угол раскрытия (двойной угол конусности) при этом составлял 5° . Шары равномерно заполняли концевую часть мешка. Форма модели сохранялась практически по всей длине. Раскачивания концевой части не происходило. Аналогичное формирование «улова» наблюдалось и для конического мешка с «зеркальной» ячеей, что показано на рис. 2, в. Изменение осевой скорости потока по длине модели было таким же, как и для цилиндрической модели $D = 0,8$ м.

Комбинированные модели мешка, состоящие из сетного конуса и пристыкованного к нему сетного цилиндра, имитировали традиционную форму тралового мешка. Одна из моделей имела конусный участок (длиной $L_k = 4,0$ м с устьевым диаметром $D_u = 0,8$ м и конечным $D_k = 0,4$ м, что давало угол раскрытия около 6°) и цилиндрический участок также длиной $L_c = 4$ м с диаметром $D_u = 0,4$ м. Коэффициент посадки на обоих участках $u = 0,2$. Поперечное сечение цилиндрической части модели несколько сужалось при его заполнении. Осевая скорость потока как в коническом, так и в цилиндрическом участке, а также характер формирования «улова» были такими же, как и в чисто конических и цилиндрических моделях, т.е. на значительной части модели отношение $v/v_0 = 1,0$, а перед «уловом» в цилиндрическом участке происходило резкое снижение скорости потока.

Таким образом, с точки зрения равномерного формирования улова в мешке, отсутствия объеживания, предпочтительны коническая конструкция мешка и конструкция с «зеркальной» ячеей.

Траловый мешок конической формы, при проектировании которого были учтены результаты данных исследований, описан в работе В.К. Короткова и Л.Е. Мейлера «Траловый мешок улучшенной конструкции» («РХ, 2000, № 4, с. 46).