
ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 639.2.081.117

Л.И. Брик, В.В. Баринов

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

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫСЛА ТИХООКЕАНСКОГО КАЛЬМАРА КОШЕЛЬКОВЫМ НЕВОДОМ

Предложена технология промысла тихоокеанского кальмара кошельковым неводом. Спроектирован кошельковый невод, проведено обоснование добывающего судна и его дооборудование для работы с данным неводом. Обоснован возможный улов за один зачет с применением совокупности воздействия светового и акустических полей для увеличения концентрации кальмара в зоне облова судна. Для генерации акустических полей применена пневмоакустическая система, имитирующая присутствие скоплений анчоуса, являющегося объектом питания тихоокеанского кальмара. Приведено экономическое обоснование технологии промысла.

Ключевые слова: тихоокеанский кальмар, расчет орудия рыболовства, средства интенсификации лова, экономическая эффективность технологии промысла.

L.I. Brik, V.V. Barinov

JUSTIFICATION FISHERIES TECHNOLOGY PACIFIC SQUID PURSE-SEINE

The paper proposed a technology fisheries pasific squid for purse-seine. Designed purse-seine, the justification of a commercial vessel and his retrofitting it to work with the purse-seine. Justified by the available catch one noticeable using the aggregate impact of light and acoustic fields to increase the concentration of squid fishing on the vessel in the area. To generate acoustic fields used pneumoacoustic system that simulates the presence of clusters anchovy being the object of the food of the pacific squid. Powered economic justification fishing technology.

Key words: pacific squid, calculation tools fishing properties, means of intensifying fishing, economic efficiency of fishing technology.

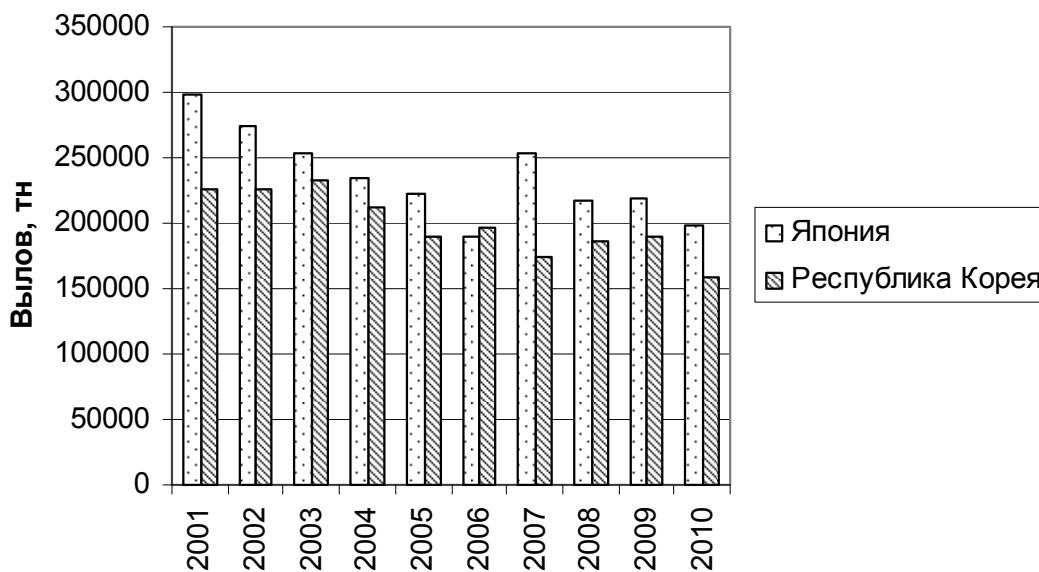
Введение

Тихоокеанский кальмар (*Todarodes pacificus*) является очень значимым объектом промысла для стран Азиатско-Тихоокеанского региона, но, несмотря на его внушительные запасы в российской зоне Японского моря, он практически не осваивается отечественным флотом. Проведенная в июле-августе 2012 г. ФГУП «ТИНРО-Центр» комплексная пелагическая съемка в ИЭЗ России Японского моря показала, что в летний период в подзоне Приморье доминирует тихоокеанский кальмар, биомасса которого оценена в 266 тыс. т. Определены наиболее перспективные районы промысла с плотностью распределения тихоокеанского кальмара 10000-50000 экз./км² [10]. На 2013 г. было рекомендовано к вылову 103 тыс. т тихоокеанского кальмара в подзоне Приморье. Объемы вылова данного объекта Японией и Республикой Корея за 2001-2010 гг., по данным ФАО ООН (рисунок), подтверждают перспективность промысла тихоокеанского кальмара [11].

Результатом такого «освоения» ресурса (по данным ФАО ООН, Россией в 2010 г. выловлено 360 т тихоокеанского кальмара) стало то, что с 2012 г. тихоокеанский кальмар

даже не входит в «Перечень видов биологических ресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов» [1].

Основным способом добычи тихоокеанского кальмара является лов вертикальными ярусами в темное время суток с использованием искусственного светового поля для концентрации кальмара в зоне облова. Данная технология эффективна при экспедиционном промысле, что позволяет создать световые поля на больших площадях и требует наличия большого количества специализированного флота, который у российских рыбодобывающих компаний отсутствует.



Объемы вылова тихоокеанского кальмара Японией и Республикой Корея по данным ФАО ООН
Catches of Pacific squid Japan and the Republic of Korea according to the UN FAO

По данным ФГУП «ТИНРО-Центр», совместно с рыбодобывающими компаниями Приморья, организовавшего в 2005-2006 гг. экспедиционный промысел тихоокеанского кальмара в открытой части ИЭЗ РФ Японского моря, среднесуточный вылов на одну кальмароловную лебедку специализированного кальмароловного судна южнокорейской постройки КЛС «Галмаги» составил 60 кг [2]. С учетом того, что данное судно показало наилучшие результаты добычи, результаты экспедиции в целом показали низкую эффективность промысла.

Многочисленные наблюдения во время ведения джиггерного лова тихоокеанского кальмара показали, что интенсивность вылова в течение ночи сильно варьируется, и объясняется это не отсутствием кальмара в зоне облова, а внутренним биологическим состоянием объекта, когда он перестает реагировать на движущиеся в световом поле джиггеры. Решением данной проблемы могло бы стать применение отцеживающих орудий лова, которые позволяют обловить весь сконцентрированный объем скопления [2]. В качестве примера можно привести американских рыбаков, которые ведут успешный промысел кальмара в районе Калифорнии (зал. Монтерей) с помощью маломерных судов, оборудованных для кошелькового лова.

Целью данной работы было обосновать технологию промысла тихоокеанского кальмара кошельковым неводом с применением средств интенсификации лова, разработанных в Дальрыбвтузе, и оценить ее экономическую эффективность.

Объекты и методы исследования

При промысле тихоокеанского кальмара целесообразно использовать два судна: судно-подсветчик и судно, непосредственно осуществляющее замет кошелькового невода. В качестве подсветчика используются низкобортные маломерные суда, оборудованные мощным главным двигателем и генератором, способным обеспечить работу осветительной гирлянды. Основная задача судна-подсветчика – обеспечить концентрацию кальмара в световом поле, которое создает осветительная гирлянда, и удержать его при проведении замета.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Спроектировать кошельковый невод для промысла тихоокеанского кальмара.
2. Обосновать выбор добывающего судна и его дооборудования для эффективного ведения промысла, а также судна-подсветчика.
3. Обосновать возможный улов за один замет и возможность его увеличения за счет применения средств интенсификации лова, на основании чего произвести расчет общего вылова.
4. Оценить экономическую эффективность разработанной технологии промысла тихоокеанского кальмара.

При проектировании кошелькового невода необходимо учитывать размеры скопления, сконцентрированного вокруг судна-подсветчика, которые определяют его необходимую длину. По данным гидроакустической аппаратуры и визуальным наблюдениям наиболее плотные скопления кальмара в световом поле подсветчика находится в радиусе 40-50 м от судна, а вертикальное распределение – от 5 до 50 м [9]. Для определения размеров ячеи литеров невода определяющими являются биометрические параметры тихоокеанского кальмара.

Длина кошелькового невода определяется не только биологическими характеристиками объекта, размером его скопления, но и диаметром циркуляции судна во избежание запутывания его в неводе.

Диаметр циркуляции судна-кошелькиста связан с его главными размерениями соотношением $D_{ц} = 4L$, где L – длина судна. Таким образом, можно отметить, что для лова кальмара потребуется судно средней длины, у большого судна не хватит диаметра циркуляции для работы с кошельковым неводом, а у маленького – грузоподъемности.

Необходимость установки дополнительного оборудования для ведения промысла тихоокеанского кальмара кошельковым неводом обусловлена тем, что в базовой комплектации судно по проекту постройки предназначено для промысла снюрреводом.

Для определения возможного улова используем математическую модель концентрации кальмара в зоне действия световой гирлянды судна-подсветчика, разработанную в Лаборатории промышленного рыболовства ТИНРО-Центра [3].

Для образования более плотного скопления и получения большего улова применяется пневмоакустическая система (ПАС), имитирующая биошумовое акустическое поле скоплений мелких открытопузырных рыб (анчоуса), разработанная специалистами Дальрыбвтуза и ТИНРО-Центра [4].

Оценка экономической эффективности разработанной технологии промысла тихоокеанского кальмара осуществляется на основании расчетов, выполненных согласно методическим указаниям по организации и экономическому обоснованию промысла рыбодобывающего судна [7].

Результаты и их обсуждение

При промысле малоподвижных скоплений, к которым относятся и скопления кальмара в световом поле судна-подсветчика, длина кошелькового невода может быть рассчитана по формуле [9], м

$$L = 2\pi \cdot (r_k + D_p + 10), \quad (1)$$

где r_k – радиус скопления кальмаров, равен 50 м; D_p – дистанция реагирования скопления на посторонние шумы, равна 50 м;

Для учета дрейфа судна во время замета, введена поправка, равная 10 м.

Высота кошелькового невода в посадке определяется глубиной смыкания колец. Смыкание колец кошелькового невода должно происходить на глубине 0,6-0,7 от высоты невода в посадке, в точке, глубже места нахождения нижней кромки облавливаемого скопления, следовательно, высота кошелькового невода определяется уравнением [8], м

$$H = H_1 / (0,6 \div 0,7) \cdot u_2, \quad (2)$$

где H_1 – глубина смыканий колец невода, равна 30 м; u_2 – вертикальный посадочный коэффициент, равен 0,5.

Объем статьи не позволяет привести полный расчет всех составных частей кошелькового невода, поэтому только основные его параметры представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры кошелькового невода для промысла кальмара

Table 1

Basic parameters of the purse-seine fishery for squid

Наименование	Размер
Длина невода в посадке, м	700
Высота невода в посадке/раскрой, м	84/168
Коэффициент посадки дели по верху	0,8
Коэффициент посадки дели по низу	0,8
Вес сухого невода, кг	6850
Вес мокрого невода, кг	9248

Из современных судов средних размерений, эксплуатируемых рыбопромысловыми компаниями Дальневосточного региона, можно выделить судно проекта РС-600, 2005 г. постройки, г. Далянь, КНР. Данное судно в базовой комплектации предназначено для снюрреводного промысла и не требует существенных затрат на дооборудование дополнительными промысловыми механизмами. Ниже приведены основные тактико-технические данные судна:

Длина габаритная, м	35,2.
Ширина габаритная, м	7,6.
Высота борта до верхней палубы, м	3,6.
Автономность плавания, сут	20.
Водоизмещение наибольшее, т	285,49.
Объем трюма, м ³	129,57.
Скорость хода, уз	11.
Район плавания	Не ограничен.
Главный двигатель:	
Тип, марка	Дизельный КТА-19М600, Cummins.
Мощность, кВт (л.с)	447 (600).
Промысловое оборудование	
Промысловая лебедка:	
Тип	DSE TW42.
Тип привода	Гидравлический.

Ваерные барабаны:	
Кол-во	2.
Тяговое усилие, кН	2 (4).
Скорость выборки ваеров	96.
Канатоемкость, м	2500 (2000).
Диаметр ваера, м	19 (29).
Вытяжные барабаны:	
Кол-во	2.
Тяговое усилие, кН	6 (11).
Скорость выборки ваеров	96.
Диаметр каната	max 25,5.

Дооборудование судна для кошелькового лова заключается в установке жгутоформирователя, неводовыборочной машины, проводниковой лебедки и рыбонасоса. В качестве неводовыборочного силового блока выбрана ПМВК-4 с гидравлическим приводом, что позволяет обеспечить плавную регулировку скорости и реверс.

Расчет остойчивости судна РС-600 позволяет разместить в кормовой части кошельковый невод массой в мокром виде 9248 кг.

Для обеспечения работы судна в автономном режиме его необходимо дооснастить морозильными мощностями, стоимость которого составит 960 тыс. руб.

Для ведения промысла тихоокеанского кальмара помимо судна, осуществляющего замет кошелькового невода, необходимо наличие второго судна (судна-подсветчика), оборудованного световой гирляндой для концентрации скоплений в зоне облова. Для этой цели выбрано судно проекта МРС-225, дополнительно оборудованное кальмароловными лебедками в количестве 16 шт., что позволяет ему вести промысел кальмара во время концентрации скопления. Кроме того, интенсивность клева на джиггеры совместно с показаниями гидроакустической аппаратуры может служить индикатором образования достаточного по объему скопления для начала замета кошелькового невода.

Оптимальное значение мощности световой гирлянды составляет 120 кВт [3]. Согласно модели после включения гирлянды привлечение кальмара к источнику света происходит в объеме, ограниченном освещенностью 0,001 лк, которое будет достигаться на расстоянии ≈ 750 м у поверхности воды. Тогда массу скопления в зоне облова можно определить по формуле, кг

$$M_K(t_1) = \frac{\pi \rho_0 D^2 E_{(0,001)} Z_{(0,001)}}{3}, \quad (3)$$

где ρ_0 – плотность кальмара в водном пространстве до включения осветительной гирлянды, в среднем составляет 0,0032 кг/м³ (по данным акустических съемок); $D_{E(0,001)}$ – расстояние до точки на поверхности воды, где освещенность светового поля, созданного гирляндой, составит 0,001 лк; $Z_{(0,001)}$ – глубина, на которой освещенность светового поля, созданного гирляндой, составит 0,001 лк.

В результате выполненных расчетов возможный улов за один замет кошелькового невода составит 5,4 т, что подтверждается данными, приведенными А.И. Полутовым [9].

Для увеличения концентрации скоплений в зоне облова и тем самым повышения уловов судно-подсветчик дополнительно оборудуется ПАС, имитирующей присутствие небольших косяков анчоуса, являющегося объектом питания кальмара. ПАС представляет собой ряд последовательно соединенных излучателей, аналогов плавательного пузыря рыб. Гирлянда из 10 излучателей подключается к источнику сжатого воздуха. При дос-

тижении определенного давления начинается стравливание воздуха через эластичную мембрану излучателя. Вибрация мембран излучателей ПАС создает биоакустическое шумовое поле, характерное для мелких открытопузырных рыб, в данном случае анчоуса, и служит дополнительным стимулом для привлечения кальмара в зону облова.

Промысловые испытания ПАС на джиггерном лове тихоокеанского кальмара показали увеличение вылова на 56 % [5]. Результаты сравнительной оценки акустической плотности скоплений в зоне концентрации при фоновых условиях (только свет) и при комплексном воздействии света и звука на станциях съемки показали, что соотношения плотностей сильно варьируют от станции к станции (от 1,1 до 3,5), но во всех случаях применения сигналов ПАС плотность скоплений была выше, чем при фоновых реализациях [6]. Применяв минимальный повышающий коэффициент увеличения улова 1,2 за счет применения ПАС, получим возможный вылов за один замет кошелькового невода 6,4 т. Для расчета экономической составляющей проекта суточный вылов взят за 2 замета кошелькового невода в сутки, что составило 12,8 т, хотя при благоприятных погодных условиях и хорошо обученном экипаже не составит труда выполнить 3 замета.

Вести промысел тихоокеанского кальмара в подзоне Приморье можно с конца мая до середины октября, что соответствует промысловому времени в автономном режиме работы судна, равному 108 сут. Суммарный вылов за время промысла составит 1253 т.

Основные результаты расчета экономического обоснования технологии промысла тихоокеанского кальмара кошельковым неводом представлены в табл. 2.

Во время отсутствия кальмара в подзоне Приморье целесообразно использовать судно по прямому назначению – промысел снуреводом донно-пищевых объектов.

Таблица 2

Основные экономические показатели

Table 2

Key economic indicators

Производственная себестоимость, тыс. руб.	28941,1
Доход от реализованной продукции, тыс. руб.	37590
Прибыль, тыс. руб.	8648,9
Рентабельность промысла, %	29
Рентабельность капиталовложений, %	18
Рентабельность полная, %	11
Рентабельность продаж, %	23
Период окупаемости капиталовложений, лет	5,4

Выводы

На основании анализа современного состояния промысла тихоокеанского кальмара предложена технология его добычи кошельковым неводом с применением средств интенсификации лова в подзоне Приморье.

Для этой цели были решены следующие задачи:

1. Спроектирован кошельковый невод для лова тихоокеанского кальмара с габаритными размерами 700 × 84 м.
2. Обоснован выбор добывающего судна, в качестве которого выбран РС-600 2005 г. постройки, г. Далянь, КНР, который может заменить морально устаревшее судно РС-300.
3. Обоснован возможный улов за один замет при применении средств интенсификации лова, который составил 6,4 т, на основании которого определен суммарный вылов за период промысла в количестве 1253 т.
4. Расчеты экономических показателей подтвердили возможность рентабельного промысла тихоокеанского кальмара при применении разработанной технологии.

При экономическом обосновании данной технологии не учитывался объем выловленного кальмара судном-подсветчиком вертикальными ярусами во время концентрации скоплений, а увеличение улова за счет применения ПАС бралось с минимальным коэффициентом, что позволяет рассчитывать на больший суммарный вылов при ведении реального промысла.

Для изъятия всего рекомендованного в 2013 г. объема вылова в 103 тыс. т в подзоне Приморье необходима организация экспедиционного промысла. Ведение экспедиционного промысла позволяет нам использовать суда-рефрижераторы для приемки и доставки в порт назначения улова. Это позволяет не дооборудовать РС-600 морозильными мощностями, что дает нам возможность сэкономить на капиталовложениях, а также это приведет к увеличению промыслового времени за счет экономии времени на переходы в порт базирования для сдачи улова и обратно.

Таким образом, разработанный проект технологии промысла тихоокеанского кальмара кошельковым неводом с применением совокупности воздействия светового и акустического полей для концентрации объекта промысла в зоне облова является наиболее эффективным и, по сути, готовым бизнес-планом для внедрения рыбодобывающими компаниями.

Список литературы

1. Банк правовых актов Федерального агентства по рыболовству (БПА Росрыболовства) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npb.fishcom.ru/>.
2. Кручинин О.Н. Возможные способы лова тихоокеанского кальмара в прибрежной зоне Приморья и оценка их эффективности // Изв. ТИНРО. – 2003. – Т. 135. – С. 347-355.
3. Кручинин О.Н., Мизюркин М.А., Богатков В.Г. Математическая модель концентрации кальмара в зоне облова джиггерными ярусами // Инновации в науке и образовании-2006: сб. тр. Междунар. науч. конф. – Калининград: КГТУ, 2006. – Ч. 1. – С. 176-178.
4. Кузнецов М.Ю., Кузнецов Ю.А. Способ интенсификации лова кальмара и устройство для его осуществления: пат. Российская Федерация на изобретение № 2338374, опубл. 20.11.2008 // Изобретения. Полезные модели. — 2008. — Бюл. № 32.
5. Кузнецов М.Ю., Баринов В.В. Использование звуковых полей для интенсификации джиггерного лова тихоокеанского кальмара // Рыбпром. – 2009. – № 3. – С. 68-73.
6. Кузнецов М.Ю., Вологдин В.Н., Баринов В.В. Исследование влияния акустических стимулов на плотность скопления гидробионтов вблизи кальмароловного судна и уловы кальмаров на джиггеры // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 162. – С. 371-389.
7. Лисиенко С.В. Экономическое обоснование работы добывающего судна. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. – 27 с.
8. Мельников В.Н., Лушаков В.Н. Техника промышленного рыболовства. – М.: Пищ. пром-сть, 1981. – 312 с.
9. Полутов А.И. Промысел тихоокеанских кальмаров. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 144.
10. ТИНРО-Центр. Основные результаты научно-производственной деятельности за 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tinro-center.ru/tinro-centr/osnovnye-rezultaty-naucno-proizvodstvennoj-deatelnosti>.
11. FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics, 2010 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/015/ba0058t/ba0058t00.htm>.

Сведения об авторах: Брик Лидия Игоревна, магистрант, e-mail: lida_09_92@bk.ru;
Баринов Василий Владимирович, старший преподаватель, e-mail: vasfx@mail.ru.