УДК 639.2.061:621.65

В.В. Кудакаев, Т.П. Карпелев, А.Н. Бойцов*
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ РЫБЫ ИЗ ОРУДИЙ ЛОВА РЫБОНАСОСАМИ

С 2014 г. восточная скумбрия и дальневосточная сардина возобновили миграции в воды России. В мировой практике на кошельковом промысле скумбрии для механизированной выборки улова в основном используются погружные центробежные рыбонасосы с гидравлическим приводом. В период увеличения запасов восточной скумбрии и дальневосточной сардины образуются их смешанные скопления. Использование центробежных насосов на таких скоплениях может привести к травмированию особей сардины, её дальнейшее использование в пищевых целях будет невозможно. В 1982 г. был разработан один из первых вакуумных рыбонасосов TransVac, предназначенный для передачи улова (чувствительных к повреждениям рыб) с рыболовных судов на береговые перерабатывающие заводы. В 1988 г. появился водоструйный рыбонасос SilkStream для транспортировки живой рыбы. Позже этот тип насосов был приспособлен и для выборки улова из тралового мешка и кошелькового невода. Предлагается использовать представленные насосы на промысле дальневосточной сардины и восточной скумбрии с средне- и крупнотоннажных добывающих судов. Использование таких насосов на рыболовных траулерах с морозильной установкой позволит вести промысел и переработку скумбрии и сардины без потери качества.

Ключевые слова: трал, траловый промысел, кошельковый невод, кошельковый промысел, вакуумный рыбонасос, водоструйный рыбонасос, дальневосточная сардина, скумбрия.

Kudakaev V.V., Karpelev T.P., Boitsov A.N. Automated hydraulic systems for transport of fish from fishing gears with vacuum fishpump // *Izv. TINRO*. — 2016. — Vol. 186. — P. 207–213.

New techniques of fish transport from fishing gears aboard is proposed for a case of mixed aggregations of chub mackerel and japanese sardine. These species resume their mass migration to the Russian waters since 2014. Submersible impeller pumps with hydraulic power drive are used usually for catch transport aboard in the world practice of purse seining of mackerel. However, this technique is unsuitable for mixed aggregations of mackerel and sardine because the impeller pump could damage the sardine. Applicability of the vacuum and waterjet pumps for this case is considered. The vacuum fish pump TransVac was designed in 1982, initially for transfer of damage-sensitive fish from fishing vessel to shore fish processing plant, and

* Кудакаев Василий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: kudakaev_v@mail.ru; Карпелев Тимофей Павлович, старший преподаватель, e-mail: kudakaev_v@mail.ru; Бойцов Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: boitsov_an@mail.ru.

Kudakaev Vasily V., Ph.D., senior lecturer, e-mail: kudakaev_v@mail.ru; Karpelev Timofey P., senior teacher, e-mail: kudakaev_v@mail.ru; Boitsov Anatoly N., Ph.D., senior lecturer, e-mail: boitsov_an@mail.ru.

the waterjet fish pump SilkStream was designed in 1988 for transfer of alive fish and later was adapted for fish transport aboard from trawl and seine nets. Both types of fish pumps are recommended for the medium- and large-capacity fishing vessels working with the mixed aggregations of sardine and mackerel. Using of these pumps together with freezing equipment allows to avoid losses in quality of catch.

Key words: trawl, trawl fishery, purse seine, purse seine fishery, vacuum fish pump, waterjet fish pump, japanese sardine, chub mackerel.

Введение

Совершенствование активного рыболовства, а также новая техника и тактика промысла тесно связаны с гидромеханизацией. Выгрузка рыбы из орудий лова средствами гидромеханизации позволяет усовершенствовать традиционные методы промышленного рыболовства. Так, если соединить гидромеханизм (рыбонасос) с сетным полотном тралирующего орудия лова, ставного невода, сайровой ловушки или кошелькового невода, то значительно сократится продолжительность рабочего цикла.

По данным ТИНРО-центра, в предстоящие годы ожидается увеличение численности дальневосточной сардины и скумбрии. Применение вакуумных рыбонасосов на кошельковом и траловом промысле этих объектов окажется весьма актуальным, при этом повысится качество сырца, поступающего на дальнейшую переработку.

Цель работы — обзор вакуумных рыбонасосов, которые могут применяться на средне- и крупнотоннажных добывающих судах непосредственно в момент выливки улова из орудия лова.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили данные по предлагаемым на рынке рыбонасосам, позволяющим производить выгрузку рыбы без повреждения. В Интернете можно найти как зарубежные, так и российские компании, которые предлагают вакуумные рыбонасосы для передачи рыбы на береговые перерабатывающие заводы с рыбодобывающих судов, из прорезей при доставке рыбы из ставных неводов в живом виде либо доставки непосредственно из садка ставного невода. Наиболее популярные у русских рыбодобытчиков компании ООО «АгроБалтПроект» (рис. 1, а); Environmental Technologies, Inc (ETI) — насосы этой компании известны в России как TransVac (рис. 1, b); Euskan (рис. 1, c); Inventive Marine Products Limited — насосы этой компании известны в России как CanaVac (рис. 1, d); Ryco Equipment Inc (рис. 1, e)*.

Дальневосточные рыбодобывающие компании чаще используют рыбонасосы TransVac, Euskan и Ryco, они и рассматриваются далее.

Результаты и их обсуждение

Большинство отечественных и зарубежных компаний для механизированной транспортировки улова из сливной части кошелькового невода или кутка трала на борт судна применяют лопастные рыбонасосы (Петров и др., 1968; Богомольный, 1971). В России при промысле с крупнотоннажных траулеров рыбонасосы практически не применяются, так как более простым способом считается полная выборка трала на борт с дальнейшим выливанием рыбы из мешка в бункеры. В 1976–1994 гг. при высоких

* ООО «АгроБалтПроект» [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании ООО «АгроБалтПроект», 2016 г. Режим доступа <http://www.agro-balt.ru/> свободный. Загл. с экрана; Environmental Technologies, Inc (ETI) [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании Environmental Technologies, Inc (ETI), 2016 г. Режим доступа <http://www.transvac.com/> свободный. Загл. с экрана; EUSKAN Fish handling systems [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании Euskan, 2016 г. Режим доступа <http://www.euskan.com/> свободный. Загл. с экрана; Inventive Marine Products Limited [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании Inventive Marine Products Limited, 2016 г. Режим доступа <http://inventivemarine.com/> свободный. Загл. с экрана; Ryco Equipment Inc [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании Ryco Equipment Inc, 2016 г. Режим доступа <http://rycous.com/> свободный. Загл. с экрана.

Рис. 1. Вакуумные рыбонасосы: **a** — AgroBalt-Проект; **b** — TransVac; **c** — Euskan; **d** — CanaVac; **e** — Ryco

Fig. 1. Vacuum fish pumps: **a** — AgroBaltProject; **b** — TransVac; **c** — Euskan; **d** — CanaVac; **e** — Ryco

запасах сардины и скумбрии они образовывали смешанные скопления в соотношении от 5 до 50 %. Учитывая, что сардина имеет нежную структуру тела, очевидно, что для сохранения качества сырца необходимы другие способы трансфера рыбы из орудия лова на судно. Одним из таких способов может стать применение вакуумных рыбонасосов.

Принцип действия представленных выше вакуумных рыбонасосов всех компаний примерно одинаков. Рыбонасос состоит из одного или двух ёмкостных баков, расположенных вертикально либо под наклоном, в которых вакуумным насос(ом/ами) создается разрежение. Под действием вакуума после открытия заслонки в бак(и) всасывается смесь рыбы с водой. Как только бак заполнен, открывается выгрузной люк и рыба выгружается. При применении двух баков процесс наполнения и выгрузки рыбы из баков идет поочередно, что обеспечивает непрерывность выгрузки.

Дальневосточниками для обслуживания гидротранспорта рыбы часто используется вакуумная насосная установка с автоматической системой управления TransVac. Эта система предназначена для передачи большого объема чувствительных к повреждению видов рыб и, как правило, включает два наклонных резервуара с созданием непрерывного всасывания и непрерывного разгрузочного потока. Непрерывность потока рыбно-водной смеси при всасывании и на разгрузочной линии понижает эффект потерь трения. Трубопровод с внутренним диаметром 300 мм позволяет транспортировать

смесь на расстояние 600 м с вертикальным возвышением 10 м выше уровня резервуаров. Из-за повышенной эффективности непрерывного потока двух систем резервуара большой объём транспортирования обеспечивается без увеличенных энергетических затрат. Система снабжена створчатыми клапанами на входе и выходе с использованием жидкостного кольцевого насоса, что при помощи вакуумного и винтового компрессора создает разгрузочное давление в системе.

Вакуумные рыбонасосные установки всех представленных выше компаний могут эффективно применяться не только в береговом варианте, но и как штатная установка для подъема улова на борт судна из кошелькового невода или трала. На рис. 2 приведена принципиальная схема автоматизированной системы с вакуумным рыбонасосом.

Рис. 2. Принципиальная схема вакуумной рыбонасосной системы
Fig. 2. Principle scheme of vacuum fish pumping system

Применение вакуумных рыбонасосов при промысле сардины и скумбрии кошельковым неводом позволит значительно повысить скорость выливки рыбы и в то же время сохранить её товарный вид. Принцип подъема улова на борт судна в данном случае идентичен подъёму улова при помощи центробежного рыбонасоса. В отличие от погружного центробежного насоса в этом случае нет необходимости опускать за борт сам рыбонасос с подводкой гидравлических шлангов, обеспечивающих работу гидромотора, — опускается только всасывающий рукав.

При приеме улова из орудия лова при помощи вакуумной системы необходимо подобрать правильный размер баков, позволяющий производить перекачку рыбы в живом виде. Японская скумбрия достигает длины 63 см и массы 2,9 кг (Тупоногов, Кодолов, 2014). Дистрибьютеры вакуумных рыбонасосов*: масса рыбы 2 кг — объём бака 175–250 л, 4 кг — 500 л, 6 кг — 1000–1500 л, 8 кг — 2000–3000 л, 10 кг — 4500 л.

Для промысла смешанных скоплений сардины и скумбрии наиболее подходит бак объёмом 500 л.

* Normar Trading AS [Электронный ресурс] / Официальный сайт компании Normar Trading AS, 2016 г. Режим доступа <http://en.nordicmarine.net/> свободный. Загл. с экрана.

Одним из наиболее серьезных недостатков тралового промысла сардины является то, что при выборке тралового мешка с уловом на палубу происходит повреждение рыбы. При применении вакуумных рыбонасосов этот недостаток устраняется.

Анализ использования вакуумных рыбонасосов на траловом промысле показал, что насос VS 500 фирмы Euskan применялся для выкачивания улова из тралового мешка на среднетоннажном судне, не имеющем слипа. Для этого перед началом постановки на конце тралового мешка оставлялось место для последующего крепления сопла шланга рыбонасоса, этот участок мешка перетягивался гайтяном. Чтобы после окончания траления была возможность подтянуть конец мешка к корме тральщика, от конца мешка до мотенной части трала оставлялся проводник. После окончания траления трал наматывался на кабельно-сетной барабан до мешка. Затем к проводнику подключался шкентель со стрелы промыслово-грузовой лебедки, мотенная часть трала немного приспускалась, и при помощи проводника конец тралового мешка поднимался на борт. После подключения к мешку трала сопла и шланга от вакуумного рыбонасоса развязывался гайтян, мешок трала с подключенным шлангом опускался в воду и начиналось выкачивание улова сначала на водоотделитель, а затем в трюм судна.

Еще один инновационный метод гидротранспорта улова из мешка трала предлагает компания Environmental Technologies, Inc (ETI). Начиная с 1982 г. компания занималась выпуском вакуумных рыбонасосов бочечного типа линейки TransVac для перекачки рыбы с судов на берег. При анализе работы таких рыбонасосов компанией был сделан вывод, что при повторных перекачках рыба в результате стресса в массе погибала. Поэтому в 2012 г. компания начала выпускать принципиально новую линейку рыбонасосов SilkStream. Для создания вакуума в приемном трубопроводе используется уже не бочечная система, а водоструйный вакуумный насос. Изначально насос такого типа был разработан для перекачки искусственно выращенных лососевых рыб. Через некоторое время была предложена система SILKSTREAM™ Codend для транспортировки рыбы из тралового мешка и из неводов, которая включала водоотделитель. Данная система разрабатывалась для перекачивания хека, мерлузы и макруронуса. На траловом промысле рыбы трансферт рыбы из мешка на судно может осуществляться со скоростью: хек — 100 т/ч, сельдь — 200 т/ч, скумбрия — 80–120 т/ч. В отличие от рыбонасосов бочечного типа во всасывающем шланге поток выкачивания рыбы непрерывный, что предотвращает возможную пресовку и повреждение рыбы. Для обслуживания такой системы необходимо только два человека.

Принцип действия насоса линейки SilkStream показан на рис. 3. Система состоит из центробежного насоса с гидравлическим приводом и головки водоструйного насоса. Центробежным насосом «первичная вода» (вода, с помощью которой создается вакуум в системе) приводится в движение и проходит через головку насоса. «Первичная вода», поступая в головку насоса, проходит через зазор по внутренней окружности головки и через обтекаемую часть, создает постоянный эффект струйного втягивания. Шланг всасывания рыбы крепится к головке со стороны всасывания. Эффект всасывания, создаваемый в головке насоса, постоянно втягивает рыбо-водную смесь в систему. После прохождения головки рыбо-водная смесь попадает в решетчатое колено (первичный водоотделитель), где происходит отделение большей части «первичной воды». Затем смесь воды и рыбы попадает на водоотделитель для окончательного отделения воды и отправки рыбы в бункер.

Для удобства работы с системой SILKSTREAM™ Codend производитель предлагает закрепить на конце тралового мешка сопло всасывания рыбы, к соплу подсоединить шланг, который выводится за мешок и крепится к топенанту в начале тралового мешка перед сетной частью мотни трала (рис. 4). Таким образом постановка трала ведется в штатном режиме. Траление производится с опущенным шлангом. Выборка трала осуществляется кабельно-сетным барабаном до мешка и выхода шланга на палубу. В отличие от метода с вакуумным насосом бочкового типа Euskan, описанного выше, в данном случае нет необходимости поднимать конец тралового мешка на палубу для крепления сопла и шланга к концу трала. Вместо этих операций производится операция подключения коннектора шланга всасывания к головке насоса, после чего начинается транспортировка улова на судно с отделением воды.

Рис. 3. Схема водоструйного вакуумного рыбонасоса SilkStream
Fig. 3. Scheme of the waterjet fish pump SilkStream

Рис. 4. Схема работы тралом с водоструйным рыбонасосом
Fig. 4. Scheme of fish transfer from trawl with waterjet fish pump

Анализ систем Euskan и SILKSTREAM™ Codend показывает, что подключение шланга к траловому мешку производится с помощью специального сопла, при этом шланг заводится с наружной стороны тралового мешка. Такая заводка позволяет исключить водоструйный эффект высасывания водно-рыбной смеси обратно в мешок. Очевидно, что с точки зрения обтекаемости такой вариант не идеален. Также для судов, не имеющих кабельно-сетных барабанов, для выборки трала через слип было бы удобнее сделать проводку, как показано на рис. 5. Для предотвращения ухода рыбы из шланга рыбонасоса за счет «обратного» водоструйного эффекта можно предложить использовать сопло втягивания особой конструкции, которое будет ориентировать поток в обратную сторону движения судна или уменьшит его воздействие на работу рыбонасоса.

После анализа представленных рыбонасосов как наиболее эффективный по схеме заводки шланга в траловый мешок (рис. 5) для модернизации отечественных крупнотоннажных добывающих судов предлагается рыбонасос с двумя баками Русо № 971 с автоматической системой управления. По сравнению с водоструйным насос бочечного типа имеет большую мощность всасывания, а размер крупнотоннажных судов позволяет разместить баки на судне без потери устойчивости судна.

Рис. 5. Размещение шланга рыбонасоса в траловом мешке

Fig. 5. Scheme of fish pump hose arrangement in the cod-end of trawl

Основные характеристики рыбонасоса:

производительность — 120 т/ч (с водой);

размер бака насоса (два бака) — 1,22 х 2,13 м;

корпус — нержавеющая сталь;

диаметр впускного/выпускного клапана — 0,25 м;

нагнетатель № 905 — 550 куб. футов в минуту;

привод нагнетателя — электрический, 40 л.с., 3-фазный, 50 Гц, 380 В;

система управления — автоматическая;

компрессор воздушный — модель № 906, электрический, производительность 170 куб. футов в минуту;

привод компрессора — электрический, 40 л.с., 3-фазный, 50 Гц, 380 В;

все стартеры и контроллеры оснащены влагозащитными кожухами;

высота разгрузки 20 м, длина выгрузки до 1000 м;

нагнетатель и привод нагнетателя, а также компрессор и привод компрессора расположены на выносе;

комплект шлангов для рыбонасоса на всасывании:

— насадка на всасывающий клапан насоса, секция всасывания,

— подъемное колено с предохранительными цепями,

— две секции шланга диаметром 0,25 м длиной по 6,1 м.

Выводы

Анализ предлагаемых на рынке вакуумных рыбонасосов показывает, что ранее разработанные береговые системы для перекачки рыбы с рыбодобывающих судов, прорезей и из ставных неводов на береговые рыбообрабатывающие заводы могут эффективно использоваться на кошельковом и траловом промысле для транспортировки рыбы из орудия лова на борт судна. Применение вакуумных рыбонасосов бочкового и водоструйного типов на промысле дальневосточной сардины и скумбрии позволит сохранить качество сырца. На траловом промысле данный вид механизации позволит не только избежать излишнего повреждения улова, но и за счет исключения операции полной выборки трала на борт снизить истирание орудия лова о палубу.

Список литературы

Богомольный А.Е. Судовые вспомогательные рыбопромысловые механизмы : моногр. — Л. : Судостроение, 1971. — 384 с.

Петров П.Г., Куличков Г.М., Охрямкин Д.Д. Промысел рыбы кошельковым неводом в Атлантике : моногр. — Рига : Звайгзне, 1968. — 160 с.

Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. — Владивосток : Русский Остров, 2014. — 336 с.

Поступила в редакцию 20.06.16 г.