

УДК 629.05

А.Г. Егоров

**АНАЛИЗ СЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ТОЛКАНИЯ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ СОСТАВОВ**

Определены основные виды сцепных устройств для толкания морских и речных составов. Выполнен анализ их характеристик. Показаны основные преимущества и недостатки. Рекомендованы оптимальные устройства для работы составов на смешанных перевозках с упором на морскую и речную составляющую.

Ключевые слова: барже-буксирный состав, сцепное устройство, смешанные река-море перевозки, анализ, характеристики.

Визначені основні види зчпних пристроїв для штовхання морських і річних составів. Виконаний аналіз їх характеристик. Показані основні переваги і недоліки. Рекомендовані оптимальні пристрої для роботи составів на змішаних перевезеннях з упором на морську і річну складову.

Ключові слова: барже-буксирний состав, зчпний пристрій, змішані ріка-море перевезення, аналіз, характеристики.

Main types of couplers for sea and river tug-barge combinations are defined. The analysis of their characteristics is executed. Principal advantages and disadvantages are shown. Optimal couplers for mixed operation of tug-barge combinations with a focus on sea and river component are recommended.

Keywords: tug-barge combination, coupler, mixed river-sea operation, analysis, characteristics.

Постановка проблемы. Интерес отечественных судовладельцев к барже-буксирным составам (ББС) определяется преимуществами ББС перед самоходными судами при определенном уровне организации грузоперевозок, а также в случаях, когда судовладелец и грузовладелец – одна и та же компания [2]. Сегодня основные запросы потенциальных заказчиков связаны со смешанной река-море эксплуатацией составов, поэтому важным представляется обобщить информацию по имеющимся разнообразным типам сцепных устройств, их характеристик и ограничений, им налагаемых на режим работы ББС.

Целью статьи является анализ основных существующих сцепных устройств, которые на данный момент производятся и находятся в эксплуатации, с описанием основных районов применения и основных характеристик.

Изложение основного материала. Вопросам проектирования и эксплуатации отечественных сцепных устройств посвящена работа В.П. Лобастова [6]. Современное состояние отечественных сцепных уст-

© Егоров А.Г., 2014

ройств широко описано в публікації С.В. Преснова [4]. Согласно данным [4], средний возраст судов, оборудованных автоматическими сцепными устройствами, превышает 30 лет.

Основными эксплуатируемыми сцепными устройствами являются устройства типа УДР-100 (23 %, средний возраст 27 лет), УДР-25 (21 %, средний возраст 26 лет), Р-20 (12 %, средний возраст 30 лет) и О-200 (11 %, средний возраст 24 года). Средний возраст более 70 % всех существующих отечественных сцепных устройств превышает срок их службы, равный 25 годам [4].

Кроме того, необходимо подчеркнуть, что основным районом эксплуатации ББС в советское время были внутренние водные пути, это отразилось на разработанных и произведенных сцепных устройствах. Существующие отечественные сцепные устройства, реализованные и поставленные на ББС, не позволяют эксплуатироваться в районах с волнением высотой более 2,0 м и ориентированы максимально на бассейны разряда «В1» (по Регистру Судоходства Украины) или «О» (по Российскому Речному Регистру). НПО «Судоремонт» разработало автоматические сцепы типа «М-5000» (1986 год), «УМ-6500» (1995 год) для бассейнов разряда «М» и «М-СП» (высоты волн 3 и 3,5 м, соответственно), компания «Метмаш» анонсировала производство этих сцепов, однако они не имеют сертификата РРР на данный момент и не могут поставляться на суда под классом РРР.

Таким образом, основные технические проблемы существующих отечественных ББС:

- возраст составов, превышающий расчетный срок эксплуатации в 24 года;
- возраст самих сцепных устройств, превышающий срок службы в 25 лет;
- ограниченность существующих сцепных устройств по высоте волны, что не позволяет эксплуатировать существующие составы методом толкания в речных бассейнах разряда «М» и выше и в морских ограниченных районах (несмотря на успешные экспериментальные рейсы ББС, состоящих из барж проекта 004РОВ05 и буксиров-толкачей типа «ОТ-2000», группы компаний «Палмали» в Азовском море и эксплуатацию ББС, состоящих из барж проекта NBL-90 и буксиров-толкачей проекта POSS-115, компании «Нибулон» в Днепро-Бугском лимане).

Зарубежные сцепные устройства в значительной степени направлены на морскую эксплуатацию (за исключением США) и представлены устройствами концепции ИТВ (жесткие сцепные устройства) и АТВ (полужесткие сцепные устройства), позволяющими эксплуатацию ББС в различных морских районах, вплоть до неограниченного. Начиная с 1986 года в СССР, а затем и в России, были попытки создать отечественное полужесткое сцепное устройство, образцы испытывались в опытном порядке, но в эксплуатацию так и не были приняты [4].

Итак, сцепные устройства разделяют на: жесткие, полужесткие и гибкие сцепные устройства.

Жесткое соединение – соединение концепции ПТВ. Характерные особенности – состав эксплуатируется как «самоходное» судно, т.е. буксир не колеблется относительно баржи, или буксир жестко сцеплен с баржей.

Полужесткое соединение – шарнирное соединение концепции АТВ, при котором буксир колеблется относительно баржи, либо соединение со стандартным «речным» сцепом с врезным или транцевым упором.

Гибкое соединение – соединение буксира и баржи на тросах или с помощью натяжных устройств (счаливание) с изгибающим «речным» сцепом с транцевым упором (или без него). Наиболее распространенный вид соединения на Дунае, присутствует и на ВВП России.

В таблице 1 приведены основные жесткие сцепные устройства (концепция ПТВ) морского типа (несколько видов). Необходимо отметить тот факт, что в настоящее время концепция ПТВ для морских ББС практически «изжила себя». Способствовала этому не только неоднозначная экономическая эффективность таких составов, но и небезопасность эксплуатации (к примеру, невозможность расцепиться во время рейса в случае необходимости [3]). В США, начиная с начала 80-х годов прошлого столетия, не было построено ни одного морского состава с жестким сцепом, связано это с запретом Береговой охраны США на постройку и эксплуатацию ББС концепции ПТВ после событий сентября 1981 года, когда буксир-толкач ОХУ 4102 под действием внешних факторов расцепился с баржей и затонул (сцеп «Catug»).

Сцеп «TrioFix» компании «Taisei Engineering» (Япония). Практически единственное жесткое сцепное устройство, производимое и поставляемое на морские суда в настоящее время. Схема работы схожа со сцепом «Articouple» (см. далее по тексту), помимо бортовых штырей используется носовой, который не позволяет буксиру перемещаться относительно баржи, и барже-буксирный состав эксплуатируется как одно целое. Большое преимущество данного сцепа перед другими жесткими «морскими» сцепами в том, что он позволяет эксплуатировать буксир отдельно от баржи. Стоимость такого сцепа дороже, чем стоимость сцепа «Articouple», поэтому компания рекомендует его ставить на ББС, которые часто эксплуатируются в тяжелых морских условиях.

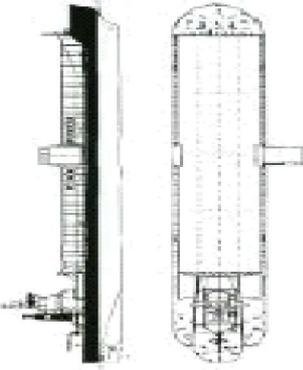
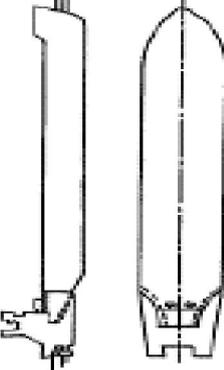
Сцеп компании «Ingram-Breit» (США). Фактически первый жесткий «морской» сцеп, запущенный в массовое производство в 70-х годах прошлого столетия. Основой для создания данного сцепа послужил барже-буксирный состав с жестким сцепным устройством «Carport» (построен в 50-е годы прошлого столетия в США).

Таблиця 1

Основные существующие жесткие сцепные устройства

Сцеп	Схема сцепа	Практическое применение
«Tlofix»		<p>Неограниченный район эксплуатации при ограниченном перепаде осадок. В настоящее время компания производит сцепы. В эксплуатации находится более 30 составов (Азия, Европа, Южная Америка, Австралия)</p>
«Ingram-Breit»		<p>Неограниченный район эксплуатации при фиксированной осадке. Сцеп не производится. Восемь было построено, данных по эксплуатирующимся составам нет</p>

Продолжение табл. 1

Слеп	Схема слепа	Практическое применение
«Rigid Link»		<p>Неограниченный район эксплуатации при фиксированной осадке. В эксплуатации находится несколько составов (Европа - Финляндия)</p>
«Satug»		<p>Неограниченный район эксплуатации при фиксированной осадке. Слеп не производится. Двенадцать было построено, данных по эксплуатирующимся составам нет</p>

Источник: [3, 5, 14, 18]

Буксир-толкач входит в V-образную выемку в кормовой части баржи, опирается на днищевую часть кормового рецесса баржи, плотно сцепляется с корпусом баржи с помощью носового гидроцилиндра и за счет прижимной силы гидравлических клиньев. Для сцепления и расцепления буксир-толкач и баржа должны были иметь одинаковую осадку [18].

Сцеп «Rigid Link» компании «Wärtsilä» (Финляндия). Был реализован на ББС типа «Rautaruukki-Kalla» (Finnlines) в 1986-1987 годах. Всего было построено 2 буксира-толкача и 5 барж, все эксплуатируются финской судоходной компанией ESL Shipping. Модернизированная версия сцепа «Breit». Имеет 3 клина: носовой жестко закрепленный и 2 бортовых гидравлических. Позволяет сцепляться и расцепляться при различных загрузках (порожнем, в балласте, в грузу и т.д.) [18].

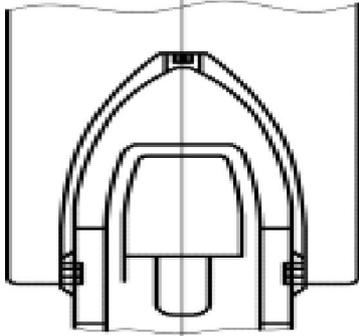
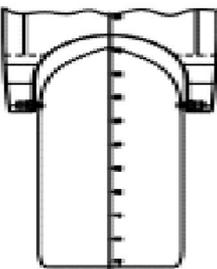
Сцеп компании «Catug» (США). Также как и сцеп «Ingram-Breit» уже не производится. Принцип сцепления отличается от сцепов «Ingram-Breit» и «Rigid Link» тем, что энергетическая секция «охватывает» кормовую оконечность грузовой секции, а не входит внутрь кормового рецесса. Сцепление осуществляется с помощью палубных стяжек и бортовых клиньев, которые имеют палубные и днищевые опоры [18].

В таблице 2 приведены основные полужесткие сцепные устройства (концепция АТВ), используемые в современной практике эксплуатации барже-буксирных составов, и отечественные речные сцепы, используемые на ВВП России. За рубежом значительная часть современных барже-буксирных составов эксплуатируется с полужесткими сцепными устройствами.

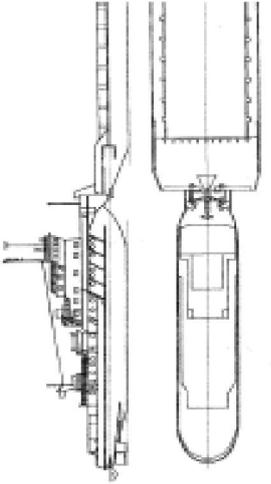
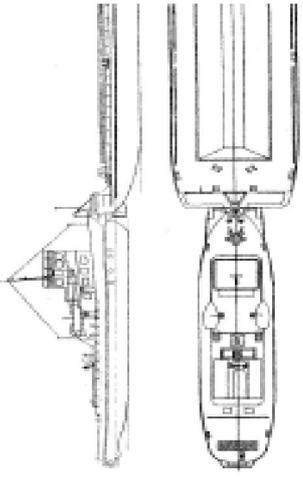
Сцеп компании «Artubar» (США). «Основоположник» полужестких сцепных устройств. Представляет собой сцепное устройство с одной степенью свободы. Сцепление баржи с буксиром происходит с помощью двух полуосей с наконечниками, которые выдвигаются из гидроцилиндров, установленных на буксире, и входят в отверстия соответствующего сечения в корпусе баржи. Опыт эксплуатации первых составов со сцепом компании «Artubar» показал, что при килевой качке нос буксира, из-за зазора между корпусами, ударялся о кормовой рецесс баржи, тем самым, повреждая корпус баржи. Для устранения этих ударов в корме баржи наваривались специальные накладки [15].

Сцеп «Articouple» компании «Taisei Engineering» (Япония). Компания «Taisei Engineering» является одним из лидеров в производстве полужестких сцепных устройств для составных судов. С 2010 года работает в кооперации с компанией «Bludworth Cook Marine», которая на американском рынке продает не только свои сцепные устройства, но и является дилером компании «Taisei Engineering». Сцеп представляет собой более совершенную версию сцепа «Artubar». В кормовом рецессе баржи устанавливаются рейки, которые позволяют сцеплять буксир с баржей при разных осадках без балластировки.

Продолжение табл. 2

Снеп	Схема снепа	Практическое применение
«Bladworth-Cook»		<p>Район эксплуатации ограничен высотой волн 3-3,5 м (стандартный снеп) и более (модифицированный). Основным ограничивающим фактором является угол дифферента – не более 18°. В настоящее время компания работает. В эксплуатации находится более 20 составов (Северная Америка, включая Великие Озера)</p>
«Westec»		<p>Район эксплуатации ограничен высотой волн 3-3,5 м. В настоящее время компания работает. В эксплуатации находится несколько составов (Северная Америка - пролив Джорджия)</p>

Продолжение табл. 2

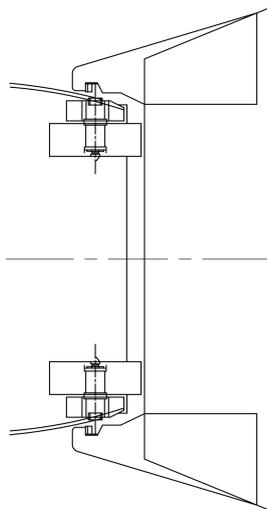
Слеп	Схема слепа	Практическое применение
«О»		<p>Ограниченный район эксплуатации при фиксированной осадке (максимальное ограничение по высоте волны 2 м). В настоящее время слепы производятся. В эксплуатации находится большое число составов (ВВП России)</p>
«Р»		<p>Ограниченный район эксплуатации при фиксированной осадке (максимальное ограничение по высоте волны 1,2-1,5 м). В настоящее время слепы производятся. В эксплуатации находится большое число составов (ВВП России)</p>

Источник: [1, 5, 8, 9, 10-12, 14-17]

В зависимости от типа наконечника соединительной полуоси различают фрикционное сцепление с прижимным башмаком (сцепы серии «F»), зубчатое с зубчатым наконечником (сцепы серии «K») и смешанное (сцепы серии «FR»).

Сцепы серии «F» используют для составных судов, у которых меняется осадка во время рейса (шаланды с самораскрывающимися корпусами), или у которых нет возможности разъединиться во время погрузочно-разгрузочных работ, например, рейдовая перевалка. Основной недостаток сцепа этой серии – сильный износ прижимного башмака. Необходимо производить замену раз в несколько лет. Кроме того, сцепы серии «F» имеют ограничение по высоте волны 3-3,5 м при бортовом и 6,0 м при встречном волнении. Сцепы серии «K» с зубчатым наконечником могут применяться на составах с неограниченным районом плавания (конкретная модель выбирается производителем на основании исходных данных). Наиболее экономичный и простой вариант сцепа «Articouple», оптимален для стандартных грузовых составных судов. Сцепы серии «FR» также не имеют ограничений по району плавания. Самый дорогой вариант, включающий в себя как зубчатое соединение, так и фрикционное. Эффективен для судов с динамическим позиционированием (оффшорные суда обеспечения, к примеру) [7, 15].

Вариант сцепного устройства «Articouple» для ББС смешанного плавания с ограниченными параметрами волнения представлен на рис. 1, подходит для эксплуатации в прибрежных районах.



*Рис. 1. Сцепное устройство «Articouple»
для ББС смешанного плавания с ограниченными параметрами волнения
для эксплуатации в прибрежных районах*

Источник: [презентация «Taisei Engineering»]

Сцеп компании «Intercon» (США). Компания является лидером в производстве сцепных устройств на североамериканском рынке. По аналогии с «Articouple» представляет из себя развитие сцепа компании «Artubar», позволяет сцепляться при различных осадках и без балластировки, схема сцепления близка к схеме сцепления «Articouple». Компания предлагает шестиугольное, многозубчатое, зубчато-фрикционное и фрикционное (с возможностью работы на волнении в нерасцепленном состоянии) соединения. Выбор модели сцепного устройства и типа наконечника осуществляется на основе исходных данных с учетом длины буксиратолкача и его водоизмещения. Кроме того, сцеп удовлетворяет американским требованиям «двойного» назначения (допускается как буксировка, так и толкание; буксир и баржа считаются двумя различными объектами).

По данным компании «Ocean Tug & Barge Engineering», являющейся лидером среди разработчиков барже-буксирных составов в Северной Америке, сцепы компании «Intercon» имеют значительный запас прочности, и на данный момент не было зафиксировано ни одного случая расцепления состава на волнении [15].

Сцеп «Beacon Jak» компании «Beacon Finland» (Финляндия). Одна из последних разработок на рынке полужестких сцепных устройств (устройство разрабатывалось в кооперации с компанией «Asomarin»), популярна на североамериканском рынке. Характеризуется легкостью конструкции и экономичностью. Особенность сцепа заключается в том, что соединительные полуоси сцепляются с корпусом баржи под углом. По информации производителя данная особенность позволяет уменьшить нагрузку на само сцепное устройство и «разнести» её на предусмотренные конструкцией упоры. Как и на сцепе «Artubar», отверстия в корпусе баржи расположены дискретно, но с более частым шагом, и не позволяют выполнять погрузочно-разгрузочные работы в соединенном состоянии. Сцеп установлен на барже-буксирных составах, эксплуатирующихся на Великих Озерах и в ограниченных районах плавания с высотой волны до 7 м. На сегодняшний день выпускается 4 серии сцепов: для мелководных рек, для рек и озер, для прибрежных районов, для прибрежных районов и выходов в районы с высотой волны не более 7 м [10, 15].

Сцеп «Hydracopp» компании «VanEnkevort Tug & Barge» (США). Компания сконструировала сцеп под свои нужды в начале 90-х годов прошлого столетия, с тех пор принимает индивидуальные заказы. Сцепление буксира с баржей осуществляется с помощью зубчатого наконечника по аналогии со сцепами «Articouple» и «Intercon» [15, 16].

По данным компании «Ocean Tug & Barge Engineering», сцеп «Hydracopp» достаточно успешно работает на Великих Озерах [15].

Сцеп «Bludworth-Cook» компании «Bludworth Marine» (США). Отличается от других сцепов концепции АТВ тем, что сцепление буксира и баржи происходит в одной точке – нос буксира и кормовой рецесс баржи. В стандартной версии сцепа применялся гидравлический захват, в модифицированной версии – шарнирное соединение. По бортам буксира уста-

навливаются бортовые упоры, которые ограничивают перемещение буксира относительно баржи. Сцеп достаточно распространен в Северной Америке благодаря простоте и дешевизне конструкции. Основными недостатками конструкции сцепа являются: необходимость большего по сравнению с другими сцепами концепции АТВ кормового рецесса баржи, что сокращает грузоподъемность состава; отсутствие взаимозаменяемости (кормовой рецесс баржи не подходит под буксир-толкачи других концепций); расцепление при дифференте более 18° [11, 15].

Сцеп «Westec» компании «Westec Equipment International» (Канада). Создавался компанией под путевые условия пролива Джорджия с учетом максимальных высот волн 3-3,5 м, достаточно простое и экономичное сцепное устройство. Основная особенность – самое сцепное устройство устанавливается на баржу (гидроцилиндры с выдвижным плоским захватом, а в корпусе буксира на месте сцепления устанавливаются бортовой упор). Силовая установка располагается на барже, тем самым экономится полезное место для экипажа на буксире-толкаче. Допускается изменение осадки в сцепленном состоянии. Опыт эксплуатации (более 15 лет) в проливе Джорджия показал успешность разработки при ограниченном волнении [17].

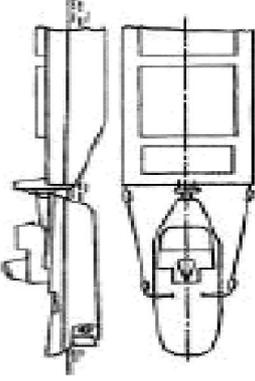
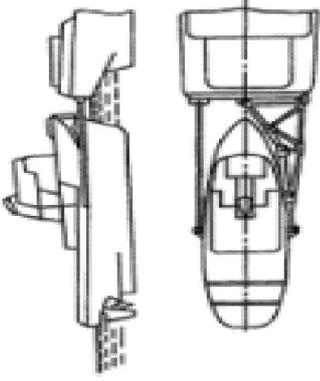
Сцепы типа «Р» и «О» (СССР, Россия). Предназначены для сцепления ББС на внутренних водных путях с высотой волны не более 1,2-1,5 м (тип «Р», верхняя граница – модифицированные варианты сцепов) и 2 м (тип «О»). Серии сцепов различаются в зависимости от мощности энергетической секции и грузоподъемности грузовой / грузовых секций. К примеру, сцеп типа «Р-20 Т-5» используется на толкачах мощностью до 220 кВт и баржах грузоподъемностью до 1000 т, сцеп типа «О-200 Б» – на толкачах мощностью до 1470 кВт и баржах грузоподъемностью до 10000 т. Представляют собой сцепной автоматический замок. Грузовые секции выполняются без кормового рецесса, и сцепление происходит без входа энергетической секции в грузовую, за счет этого увеличивается полезная длина грузовой секции. Часто в качестве дополнительных сцепных устройств используются стальные тросы либо натяжные устройства (счалные устройства) [8].

В таблице 3 приведены основные гибкие сцепные устройства, включая отечественные речные, используемые на ВВП России и Европы.

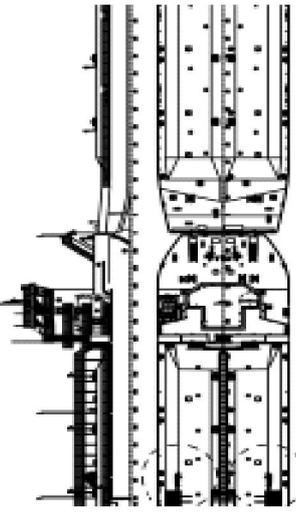
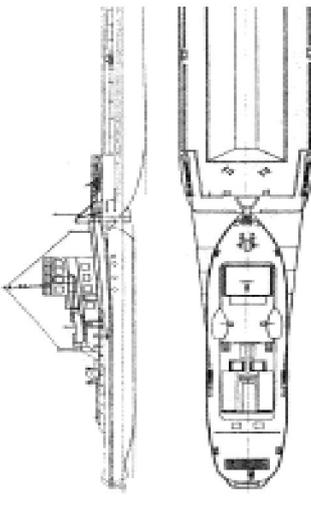
Сцепы компании «Seebeck» и «Sea-link» (США / Канада). Просты в изготовлении и в процессе эксплуатации во время сцепления / расцепления. Спроектированы таким образом, чтобы на волнении буксир и баржа имели возможность свободного перемещения относительно друг друга в вертикальной и поперечной плоскостях. Перемещение буксира и баржи относительно друг друга ограничено в продольной плоскости за счет крепления носовой части буксира к корме баржи (как и в остальных гибких сцепных устройствах). Особенность сцепа «Sea-link» заключается в гибком «толкающем» каркасе, расположенном между энергетической и грузовой секцией состава.

Таблиця 3

Основные совместяющие глубокие сменные устройства

Слеп	Схема слепа	Практическое применение
«Sebeck»		<p>Район эксплуатации ограничен высотой волны 3-3,5 м. В настоящее время слепа не производится. Данных по эксплуатирующимся составам нет</p>
«Sea-link»		<p>Район эксплуатации ограничен высотой волны 3-3,5 м. В настоящее время слепа не производится. Данных по эксплуатирующимся составам нет</p>

Продолжение табл. 3

Слеп	Схема слепа	Практическое применение
«УДО», «УДР»		<p>Ограниченный район эксплуатации при фиксированной осадке (максимальное ограничение по высоте волны 2 м для слепов типа «УДО» и 1,2-1,5 м для слепов типа «УДР»). В настоящее время слепы производятся. Составы эксплуатируются на ВВП России</p>
«УН» и система тросов		<p>Ограниченный район эксплуатации при фиксированной осадке (ограничение по высоте волны до 2 м). В эксплуатации находится большое число составов (ВВП России - нарядные устройства и система тросов, ВВП Европы - система тросов)</p>

Источник: [5, 7, 8, 13]

Сцеп «Seebeck» близок к стандартным речным сцепам, в качестве носового устройства используется шарообразный сцеп. Гибкие сцепы значительно уступают полужестким и жестким сцепным устройствам в морских условиях плавания, поэтому в настоящее время сцепы «Seebeck» и «Sea-link» не используются.

В Канаде (Великие Озера) эксплуатируется ББС со сцепным устройством, схожим на глубокую модернизацию сцепа «Sea-link», без гибкого «толкающего» каркаса, с возможностью толкать баржу непосредственно носом буксира-толкача [13].

Сцепы типа «УДР» и «УДО» (СССР, Россия). Предназначены для сцепления изгибаемых ББС на внутренних водных путях с высотой волны не более 1,2-1,5 (тип «УДР», верхняя граница – модифицированные варианты сцепов) и 2 м (тип «УДО»). Серии сцепов различаются в зависимости от мощности энергетической секции и грузоподъемности грузовой / грузовых секций по аналогии со сцепами типа «Р» и «О». В качестве изгибающих устройств применяются гидравлические горизонтальные поворотные балки, сам замок сцепного устройства схож по устройству с соответствующими сцепами типа «Р» и «О» [7, 8].

Натяжные устройства типа «УН» и «УНО» и стальные тросы. Другими словами этот вид сцепного устройства можно назвать счалом – счалным устройством. Натяжные устройства предназначаются для счаливания ББС на внутренних водных путях с высотой волны не более 2 м. Счаливание исключительно тросами применяется, в основном, на ВВП Европы и достаточно редко на ВВП России.

Выводы. Для смешанных река-море перевозок с упором на морскую часть рекомендуется использовать полужесткие сцепные устройства, так как существующие ныне гибкие и «речные» полужесткие сцепные устройства (несмотря на успешные экспериментальные рейсы ББС, состоящих из барж проекта 004ROB05 и буксиров-толкачей типа «ОТ-2000», группы компаний «Палмали» в Азовском море и эксплуатацию ББС, состоящих из барж проекта NBL-90 и буксиров-толкачей проекта POSS-115, компании «Нибулон» в Днепро-Бугском лимане) не соответствуют условиям плавания, а жесткие и полужесткие сцепные устройства морского типа обладают избыточными для обозначенного района плавания характеристиками, которые влияют на стоимость самого сцепного устройства.

К примеру, для линии Днепр-Черное море-Дунай рекомендуется устанавливать сцепные устройства, схожие с приведенным на рисунке 1. Такое расположение устройства позволит сэкономить полезную длину баржи.

Для смешанных река-море перевозок с упором на речную часть (к примеру, для линии Днепр-Очаков (банка Трутаева), с возможностью (с ограничениями по высоте волны) захода в порты «Большой Одессы» – Ильичевск, Южный, Одессу) рекомендуется использовать «речные» полужесткие или гибкие сцепные устройства типа «О» или «УДО» в совокупности со стальными тросами, рассчитанными на соответствующие нагрузки.

Это позволит значительно удешевить постройку состава.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Анализ требований действующих правил классификационных обществ, международных конвенций, опыта проектирования и эксплуатации барже-буксирных составов: Отчет о научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе. Ч. 1 / Д.Д. Мартынов, В.В. Немцев, А.С. Петров. – СПб.: ЗАО «Спецсудопроект», 2012.*
2. *Егоров А.Г. Оценка эффективности эксплуатации перспективного барже-буксирного состава «Днепро-макс» класса // Вісник ОНМУ: Зб. наук.праць. – Одеса: ОНМУ, 2012. – Вып. 36 (3). – С. 35-54.*
3. *Мытник Н.А. Современное состояние и перспективы развития морских составных судов // Судостроение. – 2009. – № 3. – С. 11-16.*
4. *Преснов С.В. Автоматические сцепные устройства эксплуатируемых толкаемых составов класса Российского речного регистра // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. – 2012. – № 67 (351). – С. 109-116.*
5. *Проектирование толкаемых составов и составных судов / Б.В. Богданов, Г.А. Алчуджан, В.Б. Жинкин. – Л.: Судостроение, 1981. – 224 с.*
6. *Разработка требований к сцепным устройствам толкаемых составов смешанного плавания: Научно-технический отчет. Ч. I, II / В.П. Лобастов, В.Н. Заякин, Г.П. Котов. – Нижний Новгород: Российский Речной Регистр, 1999.*
7. *Справочник по серийным речным судам: В 12 т. – Т. 7. – М.: Транспорт, 1981. – 232 с.*
8. *Справочник по толкаемым составам внутреннего плавания. – Т. 12. – М.: ФГУП ЦБНТИ МТ РФ, 2001. – 83 с.*
9. *Articulated tug-barge units in service in North America [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.professionalmariner.com/American-Tugboat-Review-2013/Articulated-tug-barge-units-in-service-in-North-America> / (дата обращения 27.01.2015)*

10. *Beacon Finland* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.beaconfinland.com/> (дата звернення 27.01.2015)
11. *Bludworth Marine* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vesselrepair.com/> (дата звернення 27.01.2015)
12. *Intercontinental engineering-manufacturing Corporation* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.intercon.com/> (дата звернення 27.01.2015)
13. *Simmons-Boardman Publishing Corporation. Sea-link and Seebeck Systems Designed for Greatest Possible Relative Motion.* – Bristol, 1976. – P. 54-55.
14. *Taisei Engineering* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.articouple.com/index.html> (дата звернення 27.01.2015).
15. *The Available Connection Systems* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oceantugbarge.com/about-the-atb/64-connection-systems?showall=1> (дата звернення 27.01.2015).
16. *VanEnkevort Tug & Barge* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vtbarge.com/hydracomp.html>. (дата звернення 27.01.2015).
17. *Westec Equipment International Ltd* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.westecequipment.com/> (дата звернення 27.01.2015).
18. *Wright Christopher. Tug/Barge Options.* – Canada: *The Mariport Group Ltd*, 2000. – 14 p.

Стаття надійшла до редакції 25.12.2014

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» **Н.В. Єфремова**

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» **О.В. Демідюк**