

УДК 629.12

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ СЦЕПКИ ТОЛКАЧА С ТОЛКАЕМЫМ СОСТАВОМ РОССИИ И США: ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Сироткина Алина Николаевна¹, магистрант

e-mail: lina.sirotkina.03@bk.ru

Галочкин Дмитрий Александрович¹, кандидат технических наук

e-mail: gal-dmitrii@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Представляет результаты сопоставительного анализа методов сцепки судна толкача с толкаемым составом, применяемых в отечественном речном флоте и США. Рассмотрено два принципиально разных технических решения: тросовая сцепка с использованием талрепов в США и автоматические сцепные устройства (автосцепы) в России. Исследование позволило выявить ключевые различия в подходах к формированию и эксплуатации толкаемых составов. Представлена оценка влияния выбранных технических решений на показатели речных грузоперевозок: безопасность, производительность и экономическую эффективность. Сформулированы перспективные направления дальнейшего исследования.

Ключевые слова: толкач, сцепные устройства, эксплуатационные факторы, буксировка толканием, сцепка состава, талреп, виды автосцепов.

COMPARISON OF PUSHER COUPLING METHODS WITH PUSHED TRAINS IN RUSSIA AND THE USA: TECHNICAL SOLUTIONS AND OPERATIONAL FEATURES

Alina N. Sirotkina¹, Master's Degree student

e-mail: lina.sirotkina.03@bk.ru

Dmitrii A. Galochkin¹, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

e-mail: gal-dmitrii@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article presents the results of a comparative analysis of the methods of coupling a pusher vessel with a pushed train, which are used in the domestic river fleet and in the United States. Two fundamentally different technical solutions are considered: cable coupling using lashings in the United States and automatic coupling devices (auto-couplers) in Russia. The study revealed key differences in the approaches to the formation and operation of pushed trains. The article assesses the impact of the chosen technical solutions on the performance of river cargo transportation, including safety, productivity, and economic efficiency. The article also identifies promising areas for further research.

Keywords: pusher, coupling devices, operational factors, push-pull towing, train coupling, lanyard, types of automatic couplings.

Введение

В середине прошлого века на отечественном речном транспорте началось изучение и широкое внедрение прогрессивного на тот момент метода судовождения – метода толкания судов. А уже к концу 60-х годов 90 % перевозок грузов в несамоходных судах осуществлялась методом толкания. В настоящее время трудно представить транспортную систему РФ без этого метода судовождения.

Известно, что требования к сцепке толкача с баржами основаны на следующих принципах:

- безопасности транспортировки (предотвращение расцепления состава при волнении, поворотах и швартовке);
- скорости операций (сокращение времени на сцепку, расцепку повышает пропускную способность водных путей и уменьшает общую продолжительность рейса);
- производительности флота (возможность формирования крупных составов с высокой грузоподъемностью и увеличения объём перевозок за один рейс);
- экономической эффективности (оптимизация численности экипажа, снижение расхода топлива и минимизация простоев сокращают эксплуатационные расходы);
- гибкости логистики (способность оперативно адаптироваться к изменениям грузопотока, погодным условиям и навигационной обстановке повышает устойчивость транспортной системы).

За более чем полувековой опыт проектирования и эксплуатации составов методом толкания в отечественной отрасли сложились определенные подходы, в частности, приоритет отдан автоматическим сцепным устройствам (автосцепам). Они позволяют быстро сцеплять толкач с баржами даже в сложных погодных условиях, обеспечивая гибкость эксплуатации на разнообразных маршрутах.

Наряду с этим, существуют и другие подходы, в частности, в США более 130 лет применяется метод тросовой сцепки с талрепами. Он ориентирован на создание крупных составов и работает по принципу «линейного сервиса», напоминающего железнодорожное движение с четким расписанием.

В этой связи целью настоящей работы является анализ способов сцепления толкача с толкаемым составом в России и США и выработка дальнейших направлений исследования, по результатам этого анализа.

Способы сцепки толкача с толкаемым составом в России

Для соединения толкача с толкаемым составом применяют сцепное устройство. Суда сцепляют посредством натяжных устройств и автоматических замков. По способу установки разъёмные связи в процессе стыковки классифицируют на ручные, механизированные и автоматические. Наиболее востребованными в современной практике являются автосцепы: это автоматические сцепные устройства в виде специального замка, который защёлкивается при контакте судов. На судах внутреннего плавания используются торцовые автосцепы с одним или двумя замками (рис. 1).



Рисунок 1 – Виды автосцепов

Автоматические сцепные устройства для толкания барж относятся к типу жёсткой сцепки — одному из самых надёжных способов соединения судов. Такое соединение реализуется с помощью специальных элементов (балок или рам), которые жёстко фиксируют баржу к толкачу и исключают значительные относительные перемещения между ними. Благодаря этому достигается высокая устойчивость состава в движении — в том числе в сложных ветро-волновых условиях. Жёсткая сцепка снижает риск аварий и повреждений, а также обеспечивает эффективную передачу тяговых усилий, что особенно важно при транспортировке тяжёлых грузов. В то же время она ограничивает манёвренность судов, создавая сложности при эксплуатации в стеснённых условиях [3].

На речных толкачах мощностью от 110 до 1400 кВт, как правило, применяют речные однозамковые автосцепы клешневого типа (рис. 2).

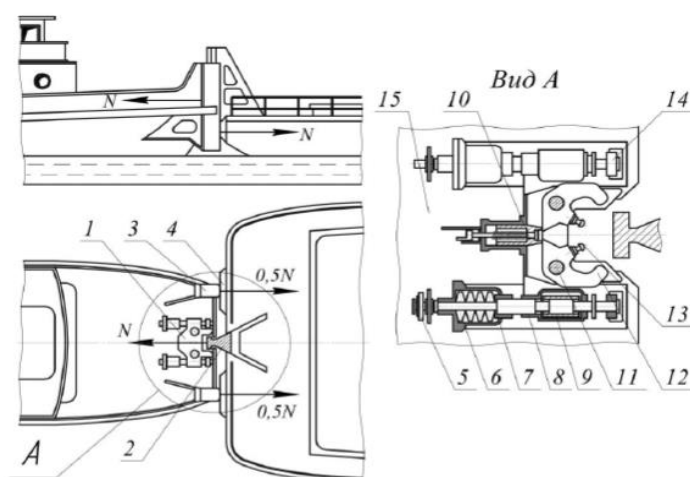


Рисунок 2 – Однозамковый речной автосцеп с замком Р-100

1-автосцепной замок; 2-сцепная балка; 3-упорная балка толкача; 4-контактная часть баржи; 5-треуголка; 6-тарельчатые пружины; 7-амортизатор; 8-шток подвески; 9-плавающая гайка; 10-клин; 11-ось клешни; 12, 13-регулирующиеся кулачки; 14-цепной привод; 15-опора винта

Конструкция автосцепа предусматривает автоматическое соединение толкача с баржей, исключающее необходимость применения физического труда. Функционирование устройства осуществляется следующим образом: замок, размещённый в носовой оконечности толкача по диаметральной плоскости (ДП), посредством клешней осуществляет захват массивной вертикальной балки таврового профиля, установленной в кормовой оконечности баржи. Удержание клешней в замкнутом положении обеспечивается запорным клином, фиксируемым двумя пружинами. Управление размыканием замка производится дистанционно из рулевой рубки толкача.

Толкачи, предназначенные для эксплуатации на озёрах и в прибрежных морских районах и имеющие мощность в диапазоне 220–2900 кВт, комплектуются озёрными

однозамковыми автосцепами. В целях минимизации воздействия качки данные автосцепы оснащаются продольными и поперечными пружинными амортизаторами.

Конструктивно подвеска автосцепного замка толкача (см. рис. 3) обеспечивает интеграцию всех элементов замка в единую подвижную систему. Она гарантирует: поперечную подвижность замка; возможность регулирования вылета его головки; продольную амортизацию [4].

Амортизация обеспечивается набором тарельчатых пружин, набранных на шток подвески. У замков для толкачей число пружин увеличено по сравнению с баржевыми замками — это даёт больший ход амортизатора. Запирающие элементы головки замка (клешни, крюк, кулачок) формируют самотормозящий механизм: он не раскрывается под нагрузкой на клешню и разблокируется только после принудительного поворота кулачка с помощью лебёдки. Озёрные замки, оснащённые продольными и поперечными амортизаторами, обладают необходимой степенью свободы и поперечной подвижностью, что делает их пригодными для эксплуатации в волновых условиях.

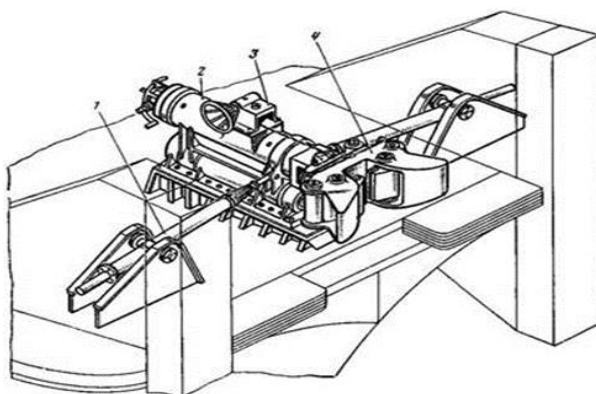


Рисунок 3 – Носовая оконечность толкача с однозамковым озерным автосцепом
1-поперечный амортизатор; 2-подвеска; 3-лебедка для расцепки автосцепы;
4-головка замка

Универсальные двухзамковые автосцепы (УДР) используют для толкания барж с повышенной грузоподъемностью, а также в сложных ветро-волновых условиях. Эти устройства получили широкое распространение на реках Сибири и Дальнего Востока.

Конструкция УДР включает два крюкообразных замка — на правом и левом бортах, — которые перемещаются в направляющих, выполняющих одновременно роль упоров. Перед сцепкой замки удерживаются на защёлке в верхнем положении. В момент сближения носовой части толкача с транцем баржи защёлка с помощью поворотного устройства утапливается — замок опускается в направляющей и зацепляется за сцепную балку. Эта балка представляет собой круглую стальную штангу, закреплённую в кормовой части баржи. Для расцепки применяют лебёдку: с её помощью замок поднимают обратно в исходное положение. Ключевыми достоинствами автосцепов УДР являются простота конструкции и надёжность соединения состава [6].

Для перемещения большегрузных двух- и трёхниточных составов используют бортовые сцепные устройства. Они также защищают грузы от вибрации и колебаний при транспортировке. Конструкция позволяет подводить одну баржу к другой (стоящей у причала) под углом — сначала выполняется сцепка носового замка (воспринимающего поперечные и продольные усилия), затем — кормового (воспринимающего только поперечные усилия)[7].

Для независимого поворота судна в составе на узких участках малых рек применяют сцеп с изгибающим устройством, чаще всего — гидравлическим.

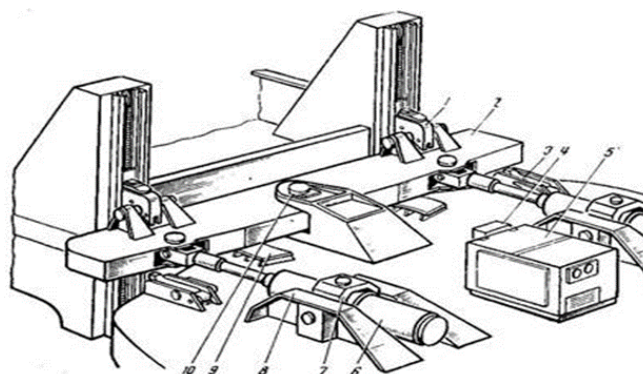


Рисунок 4 – Изгибающее устройство с поворотной балкой.

1 – автосцеп УДР; 2 – поворотная балка; 3 – фиксатор нейтрального положения; 4 – станция управления; 5 – насосная станция; 6 – гидроцилиндр; 7 – карданный подвес; 8, 9 – опоры гидроцилиндра и поворотной балки; 10 – кронштейн центральной оси поворота

Способы сцепки толкача с толкаемым составом в США

Судоходство на внутренних водных путях США характеризуется оптимизацией логистических процессов и «линейного сервиса».

Практика США показывает, что метод толкания позволяет формировать крупные составы с высокой общей грузоподъемностью.

На внутреннем водном транспорте США применяется метод сцепки толкача с составом на основе троса-талрепа цепи с жвакогалсом.

Система сцепки с использованием талрепов отличается относительной простотой конструкции и не требует сложного технического оснащения.

Такая система не предполагает использования автосцепных устройств, но доказала свою эффективность при работе с барже-буксирными составами.

Талреп представляет собой такелажное устройство для стягивания и устранения слабину тросов, цепей и других элементов. Его конструкция включает три основных компонента:

- муфта (корпус) - центральный элемент с двумя резьбовыми отверстиями. Открытые муфты удобны для быстрой настройки и затяжки, закрытые (втулочные) — защищают резьбу от загрязнений, влаги и обледенения;
- два винта с разнонаправленной резьбой (правой и левой). При вращении муфты винты синхронно вкручиваются или выкручиваются, регулируя общую длину устройства;
- концы (захваты) - могут выполняться в виде крюков, колец, вилок или шпилек. В зависимости от комбинации концов выделяют типы талрепов: «крюк-крюк», «крюк-кольцо», «вилка-вилка» и др.

Принцип действия основан на движении оголовков навстречу вращающимся корпусам.

При повороте корпуса винты остаются неподвижными, сходясь или расходясь в зависимости от направления вращения. Такая конструкция позволяет точно регулировать длину талрепа и, соответственно, натяжение троса, обеспечивая прочное соединение между толкачом и баржами.

В связи с тем, что модель двухзамкового автосцепа в России и сцепка на основе троса-талрепа в США применяются наиболее часто, при изучении условий применения этих автосцепов был выполнен сравнительный анализ, результаты которого приведены в таблице 1 [8].

Таблица 1. Сравнение способов сцепки по конструктивным и эксплуатационным параметрам

Параметры	Россия	США
Тип сцепки	Двухзамковый автосцеп	Трос-талреп

Гибкость при волнении	Высокая. Автосцеп срабатывает независимо от погоды	Зависит от условий и опыта экипажа
Ручной труд	Требует минимального ручного вмешательства	Требуется для установки и регулировки троса
Интенсивность использования	Ниже, чем в США	80-90% навигационного времени
Грузоподъёмность составов	Ниже, чем в США, из-за ограниченной осадки	До 100 тыс.т.
Техническое обслуживание	Регулярное обслуживание автосцепов, адаптация к сложным условиям	Агрегатный ремонт, минимизированные сроки эксплуатации барж

Направления и задачи по их реализации для адаптации опыта США на реках России

В целом, проецируя на условия эксплуатации на реках России подход, применяемый в США, можно обозначить следующие направления для дальнейшего исследования:

- оптимизация логистических процессов. Внедрение модели «линейного сервиса» способно повысить эффективность грузоперевозок по внутренним водным путям. Такой подход особенно целесообразен на маршрутах с устойчивым и регулярным грузопотоком
- увеличение грузоподъёмности транспортных составов. Практика США показывает, что метод толкания позволяет формировать крупные составы с высокой общей грузоподъёмностью. В России это решение может быть эффективно реализовано на реках с достаточной глубиной и шириной судового хода.
- сокращение эксплуатационных затрат. Система сцепки с использованием талрепов отличается относительно простотой конструкции и не требует сложного технического оснащения. Ее внедрение потенциально снизит затраты на обслуживание, хотя и потребует переобучения экипажей, корректировки технологических процессов и адаптации нормативной базы.

Одновременно с этим, реализация указанных направлений требует комплексного подхода в отношении решения ряда задач, в том числе:

- особенности и условия эксплуатации. Гидрометеорологические условия требуют адаптации методов сцепки с учётом ледовых нагрузок, сезонных изменений уровня воды и т.п.
- состояния инфраструктуры. Реализация «линейного сервиса» возможна только при наличии развитой сети портов и шлюзов, современной системы навигации и связи, четкой координации расписаний движения составов.
- нормативно-технической базы. Готовность нормативной базы, в том числе Правил Российского Классификационного Общества, к реализации указанных направлений, обеспечивая при этом высокий уровень стандарта безопасности применительно к условиям эксплуатации на реках России.

- Обоснование и разработка направлений по модернизации флота и инфраструктуры с учетом долгосрочного планирования (экономические факторы).

В рамках решения задач, по мнению авторов, целесообразно использовать следующие подходы:

- разработка гибридной системы сцепки. Комбинирование автоматических и ручных устройств позволит сохранить преимущества автосцепов (скорость, безопасность) в стандартных условиях, а использование талрепов в ситуациях, где они более эффективны, в результате чего повысится гибкость эксплуатации в разных погодных и навигационных условиях.

- автоматизация и цифровизация процессов, в том числе: внедрение систем дистанционного управления сцепкой и расцепкой; использование датчиков контроля натяжения и состояния тросов; интеграция с системами навигации и мониторинга для оптимизации маршрутов; разработка алгоритмов автоматического формирования составов.
- стандартизация и унификация, гармонизация российских норм с международным опытом, в том числе разработка единых технических требований к сцепным устройствам для разных регионов России с учётом местных особенностей условий эксплуатации (глубины рек, типов барж, климатических условий и т.п).
- обоснование и разработка плана поэтапного внедрения в отношении запуска тестовых маршрутов с линейным сервисом на крупных реках (например, Волга, Кама, Енисей), апробации гибридных систем сцепки на отдельных участках, сбора и анализа данных об эффективности новых подходов, масштабирования, по результатам исследований, на всю сеть внутренних водных путей.
- обоснование и разработка направлений модернизации инфраструктуры (реконструкция портов и шлюзов для обеспечения бесперебойной работы крупных составов, обновление парка толкачей и барж с учётом новых требований, развитие системы снабжения на ходу (как в США) для сокращения простоев).

Выводы

Резюмируя вышеизложенное, можно сформулировать следующие выводы:

1. В России и США используются два принципиально разных технических решения в отношении метода сцепки судна толкача с толкаемым составом: автоматические сцепные устройств (автосцепы) в России и тросовая сцепка с использованием талрепов при формировании крупных составов по принципу «линейного сервиса», напоминающего железнодорожное движение с чётким расписанием, в США.
2. По результатам анализа сформулированы направления для дальнейшего исследования (оптимизация логистических процессов, увеличение грузоподъёмности транспортных составов, сокращение эксплуатационных затрат), а также задачи, решение которых позволит реализовать указанные направления (анализ особенностей и условий эксплуатации, состояния инфраструктуры, адаптация нормативно-технической базы, обоснование и разработка направлений по модернизации флота и инфраструктуры с учетом долгосрочного планирования).
3. Предложены подходы по решению обозначенных задач, в частности: разработка гибридной системы сцепки; автоматизация и цифровизация процессов, в том числе внедрение систем дистанционного управления сцепкой и расцепкой; стандартизация и унификация, гармонизация российских норм с международным опытом; обоснование и разработка плана поэтапного внедрения в отношении запуска тестовых маршрутов с линейным сервисом на крупных реках; обоснование и разработка направлений модернизации инфраструктуры).

Список литературы:

1. Сцепные устройства буксирных судов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://sea-man.org/scepnnoe-ustroystvo.html> (дата обращения: 21.04.2025).
2. Сторожев Н.Ф. Судовые сцепные устройства. – Изд. 2-е перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1978. – 272 с.
3. Преснов С.В. Метод определения усилий в счалах толкаемых составов смешанного (река-море) плавания / С.В. Преснов. М.: ООО ИПК «Корабел» - 2006 -89с.



4. Устройство и принцип действия автосцепов [Электронный ресурс] Режим доступа: https://studwood.net/1644521/tehnika/ustroystvo_printsip_deystviya_avtostsepov/ (Дата обращения 01.04.2024).
5. Российское Классификационное Общество. Правила классификации и постройки судов. Часть 5. (раздел 5 Буксирное и сцепное устройства)
6. Патент Кормовая оконечность несамоходного судна. Кеслер А.А. - 2021 г [Электронный ресурс] Режим доступа: https://studopedia.ru/11_16243_vidi-i-printsip-deystviya (дата обращения: 07.04.2025).
7. Виды и принцип действия автосцепов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://avtostsepov.html?ysclid=m9dybx14gq931216110> (дата обращения 07.04.2025).
8. Сцепные устройства толкаемых составов. Состав сцепного устройства толкаемых судов и толкачей [Электронный ресурс] Режим доступа <https://samvguvт.livejournal.com/56445.html> (дата обращения 07.04.2025).
9. Управление судами и правила плавания. Методические указания — часть 6 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://3uch.ru/textbook/detu/reatha/frlllab> (дата обращения 10.04.2025)
10. Швартовое, буксирное и сцепное устройства [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberpedia.su/12xd5c2.html> (дата обращения 07.04.2025).

