

УДК 656.624.3:661.2

DOI: 10.37890/jwt.vi78.465

Анализ организации экспортных перевозок серы в смешанном река-море сообщении

В.И. Минеев

ORCID: 0000-0002-5079-7922

Д.А. Почекаев

ORCID: 0000-0001-8856-8079

Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Сера является одним из экспортных грузов и занимает значительный удельный вес в объеме перевозок водного транспорта. В статье проанализирован маршрут от завода-производителя серы в Астраханской области до морского порта Кавказ, на котором задействованы автотранспорт, специализированный речной порт Бузан, речной флот, рейдовый перевалочный комплекс в морском порту Кавказ, морские суда. Установлено, что при перевозках серы по воде используется в основном самоходный флот. Исследованы элементы кругового рейса речных теплоходов, технология и показатели работы портов, проанализирована статистика подачи морских судов в порт Кавказ для перевалки серы, производительность флота с учетом фактической длительности кругового рейса. Предложен вариант перевозки серы на анализируемом маршруте с использованием толкаемых составов, что позволит при оптимальном соотношении количества барж и толкачей снизить энергозатраты с соответствующей экономией топлива и численность плавсостава.

Ключевые слова: перевозка серы, речной транспорт, самоходный флот, толкаемые составы

Analysis of the organization of sulfur export transportation in mixed river-sea traffic

Valery I. Mineev

ORCID: 0000-0002-5079-7922

Dmitry A. Pochekaev

ORCID: 0000-0001-8856-8079

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Sulfur is one of the export cargoes and occupies a significant share in the volume of water transportation. The article analyzes the route from a sulfur production plant in the Astrakhan region to the seaport of Kavkaz, which involves motor transport, the specialized river port of Buzan, river fleet, a road transshipment complex in the seaport of Kavkaz, and sea vessels. It has been established that when transporting sulfur by water, mainly self-propelled fleets are used. The elements of the river ships circular voyage, the technology and performance indicators of the ports were studied; the statistics of sea vessels supply to the port of Kavkaz for sulfur transshipment, the fleet productivity considering the circular voyage actual duration were analyzed. An option has been proposed for transporting sulfur on the analyzed route using pushed ship convoys, which will allow, with an optimal ratio of the barges number and pushers, to reduce energy costs with corresponding fuel savings and crew number.

Keywords: sulfur transportation, river transport, self-propelled fleet, pushed ship convoys.

Введение

Сера является одним из основных видов сырья для производства серной кислоты, удобрений, вулканизации резины. Объем мировой торговли серой достиг в 2021 г 65 млн т. Россия экспортирует ежегодно около 4 млн т серы. Основным поставщиком и экспортером серы в РФ (90% от общего объема) является ПАО «Газпром» [1].

Анализ данных Федеральной Таможенной Службы РФ (далее - ФТС) за 2019–2021 г показал, что из общего годового объема экспорта серы (4 млн т) морским транспортом вывозится 3,75 млн т, сухопутными видами транспорта - 0,25 млн т.

На рис. 1 показаны основные направления перевозок экспортной серы морским транспортом из портов РФ.

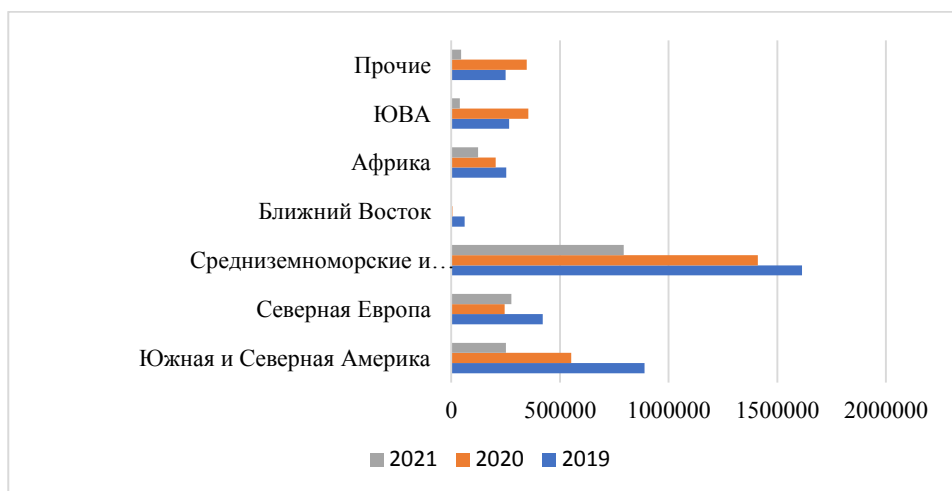


Рис. 1. Направления перевозок серы морским транспортом

Из рис.1 видно, что максимальный объем серы, порядка 1,5 млн т, вывозится в направлении Черного и Средиземного морей, перевалка осуществляется в порту Кавказ. Направление на Северную и Южную Америку обслуживается морским портом Усть-Луга, в который сера завозится железнодорожным транспортом.

На рис. 2 на основе анализа данных ФТС¹⁰ показана сезонность отгрузки серы на экспорт.

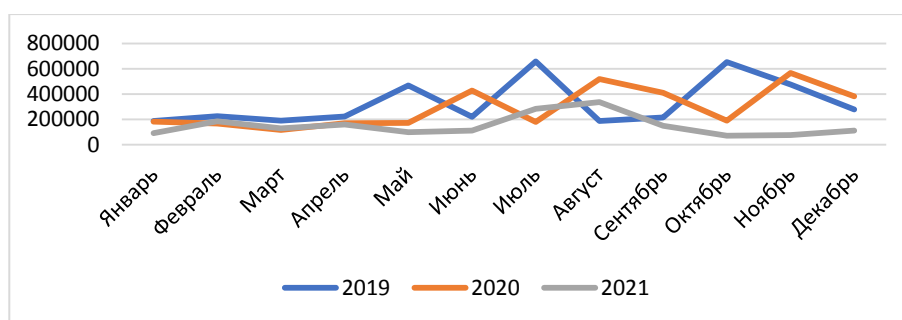


Рис. 2. Сезонная неравномерность экспорта серы, т

¹⁰ <http://stat.customs.gov.ru/analysis>

Из приведенных графиков видно, что экспорт серы возрастает в апреле-мае, достигает своего максимума в июне-октябре и резко снижается в период декабрь-март. Такая сезонность экспорта совпадает с навигационным периодом на речном транспорте (апрель-ноябрь). Это обстоятельство и ограниченность пропускной способности железных дорог способствовали включению в логистическую схему доставки серы на экспорт в направлении Черного и Средиземного морей и крупным российским потребителям речного транспорта. Заказчик этой схемы ООО «Газпром добыча Астрахань», на долю которого приходится 50% производства и экспорта серы ПАО «Газпром». По итогам 2022 года совокупные поставки серы составили более 3,7 млн. тонн, что обеспечило компании лидирующее положение на внутреннем рынке Российской Федерации [2].

В 2019 г речным транспортом в смешанном река-море сообщении с перевалкой на морской транспорт в п. Кавказ было отправлено 1,5 млн т экспортной серы и в прямом речном сообщении в речной порт Череповец - 0,4 млн т.

Доля река-море перевозок в общем объеме за последние 30 лет возросла с 3% до 21% на фоне общего падения объемов работы внутреннего водного транспорта почти в 8–10 раз.

Из всех видов река-море сообщений наиболее развито смешанное река-море сообщение с перевалкой грузов в морских портах - 77%, в прямом река-море сообщении без перевалки в морских портах перевозится 14% грузов, транзитные перевозки составляют 9% от общего объема экспортно-импортных перевозок. Из общего количества перевозок в река-море сообщении лишь 6% перевезены в толкаемых составах [3]. Основная часть перевозок в толкаемых составах (90%) - это нефтеналивные грузы, около 10% - сера. Оба груза переваливаются с речного транспорта на морской на рейдовых перевалочных комплексах п. Кавказ.

Материалы и методы исследования

Технологическая схема доставки серы на экспорт (п. Кавказ) от Астраханского газоконденсатного месторождения (ООО «Газпром добыча Астрахань») включает следующие операции:

1. Транспортировка серы [4] от установок производства серы до речного порта Бузан. Расстояние по автомобильным дорогам 21 км. Используются самосвалы и контейнеровозы грузоподъемностью 35 т. Автопарк составляет 70 единиц. Круглосуточно на перевозках заняты около 60 машин.
2. Разгрузка автотранспорта на склады открытого хранения серы в речном порту Бузан.
3. Подача к причалам порта Бузан и загрузка речных судов. Используются передвижные конвейерные установки и порталные краны.
4. Транспортировка серы речными судами от речного порта Бузан до морского порта Кавказ. Маршрут речных судов включает речной не зарегулированный участок от порта Бузан до Красноармейска - 412 км, Волго-Донской канал - 101 км, Цимлянское водохранилище и реку Дон до Азова - 478 км, морской участок Азов - п. Кавказ - 356 км. Вся протяженность маршрута - 1347 км.
5. В порту Кавказ производится перевалка серы из речных судов в морские. Применяется рейдовый перегрузочный комплекс, без использования причалов порта и береговых складов. Сера перегружается по прямому варианту из речного в морское судно.
6. Транспортировка серы морскими судами партиями от 10 до 150 тыс. т в морские порты стран импортеров серы.

Порт Бузан управляется компанией ООО «Лаверна Трейд». В порту находится четыре причала, глубина у причальной стенки – 4,6 м.

Перегрузочное оборудование:

- три портальных крана КПП–16 грузоподъемностью 32 тонны, на подкрановых путях длиной 131, 100 и 100 м;
- козловой кран КС–50–42В грузоподъемностью 50 тонн на подкрановых путях длиной 130 м;
- ленточный транспортер для перевалки серы в речные суда производительностью до 5 тыс. тонн в сутки;
- плавкран «Ганц» грузоподъемностью 16 тонн.

На территории порта Бузан имеются бетонированные площадки открытого хранения площадью 50 тыс. кв м, открытый склад временного хранения площадью 10 тыс. кв.м ¹¹.

Отгрузка серы производится в период с 1 апреля по 15 ноября по договору с управляющей компанией. В 2019 г договор предусматривал перевалку серы в речные суда в количестве 1,85 млн т в навигацию. Установленная норма отгрузки – 8350 т в сутки. Работы производятся круглосуточно, в том числе в выходные и праздничные дни. Исключения составляют дни с ветром свыше 10 м/с и волной свыше 1 м.

Продолжительность обслуживания речных судов в порту складывается из ожидания освобождения причала, подхода и швартовки у причала, грузовых операций, отхода от причала на рейд, ожидания грузовых и таможенных документов. Документы таможней оформляются в обычное рабочее время, исключая выходные и праздничные дни.

В навигацию 2019 г с причалов порта Бузан было отгружено 1833 тыс. т серы в 386 речных судов. Из этого количества назначением на порт Кавказ - 1510 тыс. т – в 311 судов. Назначением в Череповец было отправлено 323 тыс. т в 75 судах. С учетом продолжительности навигации - 228 суток - из порта в среднем отправлялось 1,7 судна (386/228-частота) с интервалом между отправлениями 14 часов. В направлении порта Кавказ частота - 1,4, интервал- 18 часов. В направлении порта Череповец частота- 0,33, интервал - 73 часа.

Из 311 рейсов на порт Кавказ только 9 рейсов были выполнены в толкаемых составах судоходной компанией «Интерагент МА», остальные 302 рейса выполнялись самоходным флотом АО «Волга-флот». Средняя нагрузка составила 4855 т на одно судно.

На перевозках использовались самоходные теплоходы проектов RSD44, 507Б, 1565, грузоподъемность- 5000 т. Толкаемые составы компании «Интерагент МА» состояли из барж проекта 003040 (грузоподъемность- 4000 т) и закрепленными за ними толкачами типа ОТ и ОТА.

На основе обработки данных ФБУ «Администрация Волжского бассейна внутренних водных путей», содержащихся в отчете по дислокации судов за 2019 г, на рис. 3 приводится распределение продолжительности круговых рейсов самоходных теплоходов по маршруту Бузан-Кавказ-Бузан (объем выборки 92 рейса, 2019 г).

¹¹ Речные порты европейской части России. Информационно-аналитическое агентство SeaNews. СПб, 2006г

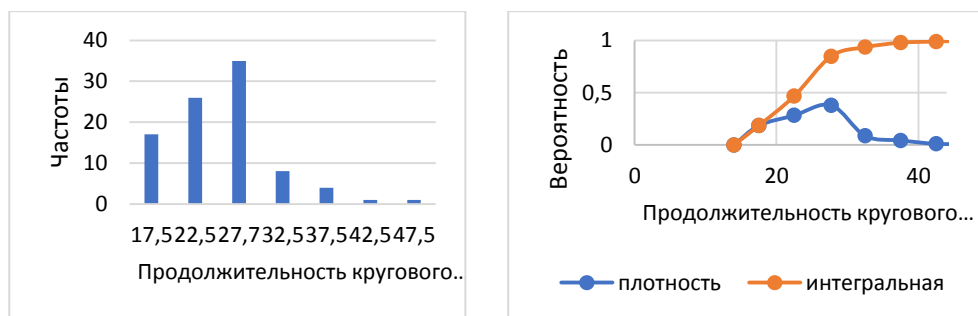


Рис. 3. Распределение продолжительности круговых рейсов самоходных судов (Бузан-Кавказ-Бузан)

Описательная статистика: среднее значение продолжительности кругового рейса - 24,8 суток, медиана 25 суток, мода - 26 суток, минимум - 15 суток, максимум - 47 суток, стандартное отклонение 5,9 суток, дисперсия- 34,9.

Из описательной статистики и формы кривой плотности вероятностей (рис.2) можно предположить, что продолжительность кругового рейса судов распределена по треугольному закону распределения Стьюдента с параметрами $a=15$, $c=26$, $b=47$ (стандартная функция в Java-triangulag (15,26,47)).

Данные о продолжительности круговых рейсов теплоходов и средней нагрузке позволяют судить о производительности работы флота на перевозках экспортной серы. За один круговой рейс с наиболее вероятной продолжительностью 26 суток (мода) теплоход перевозит 4855 т на расстояние 1347 км. Транспортная работа равна 6500 тыс. т*км. При этом использовался теплоход грузоподъемностью 5000 т в течение 26 суток. Затраты ресурса составили 130 тыс. тоннаже-суток, производительность работы флота - 50 ткм на одну тонну тоннажа в сутки. Несмотря на мощный, постоянный грузопоток уровень производительности флота низкий, ниже среднего, достигнутого в 1988 г уровня в 80 ткм/тоннаже-сутки¹².

Исходя из продолжительности навигации (228 суток) и наиболее вероятной продолжительности кругового рейса (26 суток), можно определить наиболее вероятное количество круговых рейсов, совершенное одним теплоходом за навигацию ($228/26=9$ круговых рейсов), хотя в реальности теплоходы могут работать не всю навигацию на маршруте. Учитывая общее количество выполненных рейсов (302 рейса) и экипаж теплохода (9 человек), с высокой вероятностью можно утверждать, что на перевозках в течение всей навигации эксплуатировались 34 теплохода, общее количество занятых работников 306 человек ($34*9$).

Мощность энергетической установки теплохода - 2400 кВт, т.е. в течение всей навигации непрерывно использовалась энергетическая мощность 81600кВт ($2400кВт*34$ теплохода). Отметим, что для толкания баржи грузоподъемностью 5000 т достаточно толкача с мощностью силовой установки 600 кВт. Это в 4 раза меньше, чем при использовании теплоходов с соответствующей экономией топлива, а при оптимальном соотношении количества барж и толкачей численность плавсостава может быть существенно снижена.

Представляет интерес сравнение фактической продолжительности кругового рейса с нормативной, определенной для идеальных условий, когда нет непредвиденных задержек и очередей (табл. 1). Расчет выполнен для теплохода типа RSD44, грузоподъемностью 5000 т с проектной скоростью 19 км/час. Учтены нормированные Правилами задержки на прохождение Волго-Донского канала и моста

¹² Транспорт и связь СССР. Статистический сборник. М.: «Финансы и статистика», 1990 с. 239

в г. Ростов-на-Дону. Нормы погрузки/выгрузки устанавливаются с разбивкой: по типоразмерам судов или в расчёте на рабочий люк, на единицу массы или объёма груза, люмпсум за рабочий день, за сутки и т.д. [5]

Таблица 1

Оценка продолжительности кругового рейса теплохода в идеальных условиях

Пункты маршрута		Скорость судна, км/сутки	Расстояние, км	Продолжительность операции, суток
Бузан	Погрузка (одновременно 2 судна в сутки)			1,00
Бузан	Оформление			0,50
Бузан	Красноармейск	400	412	1,0
Красноармейск	Вход в канал	270	101	0,4
Нормированная задержка ВДСК (Правила)				1,0
Вход в канал	Азов	500	478	1,0
Нормированная задержка Ростов мост (Правила)				1,0
Азов	Кавказ	450	356	0,8
Кавказ	Выгрузка (750 т в час)			0,3
Кавказ	Оформление			0,5
Кавказ	Азов	450	356	0,8
Нормированная задержка Ростов мост (Правила)				1,0
Азов	Вод в канал	400	478	1,2
Нормированная задержка ВДСК (Правила)				1,0
Вход в канал	Красноармейск	180	101	0,6
Красноармейск	Бузан	500	412	0,8
Итого			2694	12,8

Из таблицы видно, что нормальная продолжительность кругового рейса 12,8 суток, что в 2 раза меньше наиболее вероятной фактической продолжительности рейса, а по отдельным фактическим рейсам (47 суток) - в 4 раза меньше. Учитывая статус участников рассматриваемой схемы (ПАО «Газпром», АО «Волга-флот»), вряд ли можно предполагать, что такие низкие показатели эффективности перевозок - это результат плохой организации перевозок.

На маршруте главный лимитирующий участок — это Волго-Донской канал [6]. На рис. 4. приводится распределение продолжительности прохождения судами Волго-Донского канала на участке Красноармейск - вход в канал (объем выборки- 311 рейсов, 2019 г).

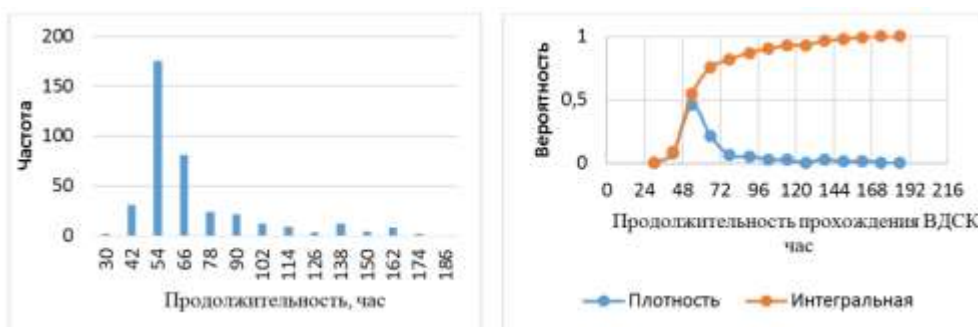


Рис. 4. Распределение продолжительности прохождения судами Волго-Донского канала

Описательная статистика: среднее значение продолжительности прохождения канала - 68,5 час., медиана - 58 час., мода - 52 час., минимум - 28 час., максимум - 237 час., стандартное отклонение - 28 час., дисперсия- 780. Стандартная функция треугольного распределения в Java- triangular (28, 52, 237).

Следует отметить, что нормативная продолжительность прохождения канала, установленная правилами¹³ составляет 36 часов. Из-за очередей сверхнормативные задержки при прохождении канала составляют в среднем 34 часа в одну сторону, или 68 часов за круговой рейс.

Большая дисперсия продолжительности кругового рейса объясняется объективными причинами, не зависящими от участников схемы:

- множество независимых перевозчиков направляют свои суда через Волго-Донской канал и в результате неравномерного прибытия судов образуется очередь на прохождение канала;
- неизбежные стохастические задержки исключают прибытие судов в пункты погрузки и перевалки по расписанию, в результате в этих пунктах возникают ситуации, когда подготовленный груз не может быть отправлен из-за отсутствия судов или образуются очереди из судов на грузовые операции;
- окончание обработки судна в порту часто попадает на выходные дни, когда таможенное оформление не производится;
- на вывозе серы из порта Кавказ нет линейного сервиса, поэтому морские суда фрахтуются на спотовом рынке, и, как следствие, подаются под погрузку нерегулярно и разной грузоподъемности.

На рис.5 по результатам обработки данных ФТС (количество груза по одной декларации) приводится распределение размеров морских судов, подаваемых в порт Кавказ под загрузку серой.

¹³ Правила перевозок грузов Часть 1. М.: «Транспорт», 1979, 288 с.

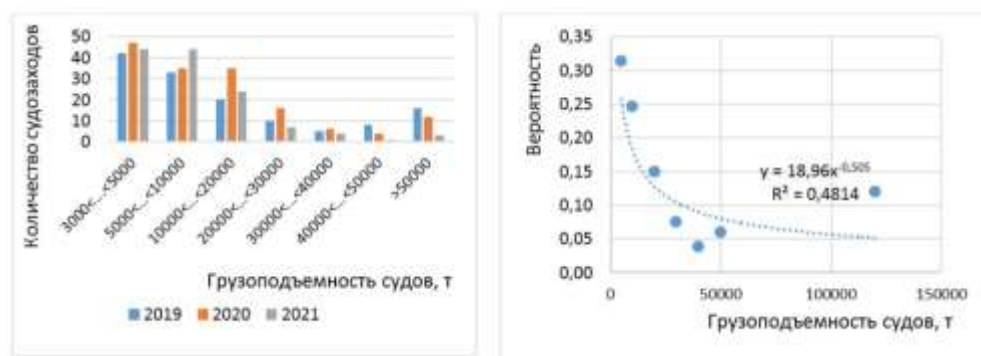


Рис. 5. Распределение размеров морских судов, подаваемых под загрузку серой

Размер морских судов распределен по показательному закону. Средняя грузоподъемность морских судов составила 18 тыс. т. Частота подачи судов - 0,36, интервал подачи - 3 суток.

Заход судов в порт Кавказ и рейдовая перевалка грузов [7] регламентируются Обязательными постановлениями в морском порту Кавказ¹⁴ и Правилами оказания услуг по организации перегрузки грузов с судна на судно.¹⁵ Морской порт Кавказ открыт для захода судов круглый год. Нормальным рабочим временем в порту считается время с 8-00 до 20-00 часов, кроме выходных и праздничных дней. Оформление прихода судов в морской порт и выхода их из морского порта осуществляются круглосуточно. Административные и таможенные органы работают с 8-00 до 17-00, исключая выходные и праздничные дни.

Для рейдовой перевалки серы в порту выделены глубоководные рейдовые перегрузочные районы № 2, №3 и якорная стоянка №455 с глубиной 16 м. На перевалке используется плавучий перегрузочный комплекс, смонтированный на морской барже.

Перегрузочное оборудование комплекса обеспечивает производительность перевалки 750 т/час. Комплекс способен накапливать в собственных трюмах до 14 тыс. т серы, обеспечивая выгрузку речных судов при отсутствии в порту морских судов.

Результаты

Влияние перечисленных факторов на эффективность перевозок может быть существенно снижено за счет применения толкаемых составов с оптимальным соотношением количества барж и толкачей [8]. При этом баржи будут выполнять роль буфера, оставаясь в очередях, под обработкой и при прохождении канала без магистрального толкача. Простой барж не имеют существенных последствий, так как у них нет энергетической установки и экипажа. Доля движущей операции в рейсах магистральных толкачей и производительность работы флота значительно повысятся. Однако при этом необходимо обеспечить обслуживание барж маломощными маневровыми буксирами в местах обработки и на лимитирующих участках маршрута.

¹⁴ Обязательные постановления в морском порту Кавказ Утверждены приказом Минтранса России от 23 марта 2018 г. N 110 <https://base.garant.ru/71909654/>

¹⁵ Приказ Минтранса РФ от 29 апреля 2009 г. N 68 "Об утверждении Правил оказания услуг по организации перегрузки грузов с судна на судно" https://base.garant.ru/195838/#block_1000

Выводы

Из проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Сера является крупной экспортной позицией РФ, значительная доля которой вывозится в смешанном река-море сообщении с участием речного транспорта.

В России создана транспортно-технологическая система доставки серы на экспорт, включающая автотранспорт, специализированный речной порт Бузан, речной флот, рейдовый перевалочный комплекс в морском порту Кавказ и фрахт морских судов.

На перевозках серы по речному участку используются самоходные теплоходы грузоподъемностью 5000 т. В навигацию 2019 г на перевозках серы теплоходы совершили 302 рейса, в толкаемых составах было выполнено 9 рейсов.

Установлено, что производительность работы теплоходов низкая, составляет 50 т*км на 1 тонну тоннажа в сутки; энергозатраты в 4 раза выше, чем при использовании толкаемых составов; численность плавсостава теплохода выше, чем у толкаемых составов.

Одна из причин низкой эффективности перевозок - большая дисперсия элементов кругового рейса судов, вызванная внешними условиями, не зависящими от участников транспортной схемы.

Эффективность перевозок может быть существенно повышена за счет использования толкаемых составов с оптимальным соотношением незакрепленных барж и толкачей.

Рассмотренная транспортно-технологическая система экспортных перевозок серы и установленные параметры ее работы могут быть использованы в качестве эмпирической базы для методических разработок модели более эффективной организации перевозок с использованием толкаемых составов в река-море сообщении.

Список литературы

1. Запрудская, А. А. Поставки на экспорт газовой серы из астраханских месторождений и их транспортное обеспечение / А. А. Запрудская // Вестник транспорта. – 2016. – № 11. – С. 34-36.
2. «Газпром газонефтепродукт холдинг» начал отгрузку серы водным транспортом [сайт] <https://www.gazprom.ru/about/subsidiaries/news/2023/april/article563197/>
3. Толкаемые составы смешанного "река-море" плавания - решение важнейших проблем водного транспорта России / Б. А. Атлас, М. И. Войников, А. Д. Гофман [и др.] // Судостроение. – 2010. – № 3(790). – С. 18-22.
4. Костюкевич, П. А. Экспортные перевозки серы через морские порты: тенденции и перспективы / П. А. Костюкевич, К. А. Сипаро, Т. Н. Новикова // Молодой ученый. – 2015. – № 23(103). – С. 576-580.
5. Деружинский, В. Е. Стивидорное обслуживание доставки груза / В. Е. Деружинский, К. А. Аблязов, Э. К. Аблязов // Эксплуатация морского транспорта. – 2021. – № 1(98). – С. 3-8. – DOI 10.34046/aumsuomt98/1.
6. Перевозки водным транспортом на транспортном пространстве Юга России - проблемы и пути их решения / Т. В. Коновалова, Е. А. Лебедев, Л. Б. Миротин [и др.] // Вестник транспорта. – 2023. – № 3. – С. 2-4.
7. Деружинский, В. Е. Проблемы рейдовой перевалки грузов / В. Е. Деружинский, Г. В. Деружинский, А. П. Шрамко // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2013. – № 2(3). – С. 50-57.
8. Платов, А. Ю. Концепция системы оперативного планирования отправления грузов из портов на внутренних водных путях / А. Ю. Платов, Ю. И. Платов // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – № 71. – С. 180-187. – DOI 10.37890/jwt.vi71.254.

References

1. Zaprudskaya, A. A. Export supplies of gas sulfur from Astrakhan deposits and their transport support / A. A. Zaprudskaya // Transport Bulletin. – 2016. – No. 11. – P. 34-36.
2. Gazprom Gasnefteprodukt Holding began shipping sulfur by water [website] <https://www.gazprom.ru/about/subsidiaries/news/2023/april/article563197/>
3. Pushed compositions of mixed "river-sea" navigation - a solution to the most important problems of water transport in Russia / B. A. Atlas, M. I. Voinikov, A. D. Goffman [etc.] // Shipbuilding. – 2010. – No. 3(790). – P. 18-22.
4. Kostyukevich, P. A. Export transportation of sulfur through sea ports: trends and prospects / P. A. Kostyukevich, K. A. Siparo, T. N. Novikova // Young scientist. – 2015. – No. 23(103). – pp. 576-580.
5. Deruzhinsky, V. E. Stevedoring service for cargo delivery / V. E. Deruzhinsky, K. A. Ablyazov, E. K. Ablyazov // Operation of marine transport. – 2021. – No. 1(98). – P. 3-8. – DOI 10.34046/aumsuomt98/1.
6. Transportation by water transport in the transport space of the South of Russia - problems and ways to solve them / T. V. Konovalova, E. A. Lebedev, L. B. Mirotin [and others] // Transport Bulletin. – 2023. – No. 3. – P. 2-4.
7. Deruzhinsky, V. E. Problems of road cargo transshipment / V. E. Deruzhinsky, G. V. Deruzhinsky, A. P. Shramko // Bulletin of the State Maritime University named after Admiral F.F. Ushakova. – 2013. – No. 2(3). – P. 50-57.
8. Platov, A. Yu. Concept of a system for operational planning of cargo departure from ports on inland waterways / A. Yu. Platov, Yu. I. Platov // Scientific problems of water transport. – 2022. – No. 71. – P. 180-187. – DOI 10.37890/jwt.vi71.254.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Минеев Валерий Иванович, д.э.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры экономики и менеджмента, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: vlrjmineev@gmail.com

Valery I. Mineev, Doctor of Economics, Professor, Chief Scientific Officer of the Department of Economics and management, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Почекаев Дмитрий Александрович, аспирант, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: nis_2019@bk.ru

Dmitry A. Pochekaev, postgraduate student, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 05.02.2024; опубликована онлайн 20.03.2024.
Received 05.02.2024; published online 20.03.2024