

Научная статья

УДК 629.5

DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-148-159

К вопросу о модернизации современных малых промысловых судов

Евгений Андреевич Чуреев¹, Олег Павлович Орлов²

¹ Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия,

² Крыловский государственный научный центр, Санкт-Петербург, Россия

¹e.chureev@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3504-4957>

Аннотация. Промысел рыбы в прибрежной морской зоне Российской Федерации в настоящее время ведется малыми рыболовными судами отечественной и иностранной постройки. Абсолютное большинство судов выработали свой ресурс и требуют замены, при этом суда иностранной постройки показывают более эффективную работу по сравнению с отечественными аналогами. Мероприятия по модернизации советских и российских судов не дают требуемого эффекта, информация по современным иностранным промысловым судам носит закрытый или весьма ограниченный характер. Из-за этого перед проектантами стоит задача модернизации существующих проектов судов и/или создания проекта нового конкурентоспособного промыслового судна для эффективной работы. Анализ информации по современным иностранным судам показывает, что все малые промысловые суда, в основном, имеют два типа корпуса – исландский и норвежский, характеризующиеся увеличенной полнотой обводов. Исследования современных малых промысловых судов с большой полнотой корпуса путем испытаний физических моделей в опытовом бассейне позволили определить основные элементы судов, в значительной мере влияющие на мореходные качества. В настоящей работе описан ряд испытаний физических моделей судов в опытовом бассейне. По результатам данных испытаний определены основные элементы малых промысловых судов с большой полнотой корпуса, в значительной степени влияющие на определенные мореходные качества. На основании полученных результатов сформированы и представлены рекомендации для использования при модернизации проектов малых промысловых судов и/или создания новых проектов судов.

Ключевые слова: малое рыболовное судно, траулер, мореходные качества судна, модельные испытания, опытовый бассейн.

Для цитирования: Чуреев Е. А., Орлов О. П. К вопросу о модернизации современных малых промысловых судов // Известия КГТУ. 2023. № 70. С. 148–159. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-70-148-159.

Original article

On the issue of modern small fishing vessels modernization

Evgeniy A. Chureev¹, Oleg P. Orlov²

¹ Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

² Krylov State Research Center, St-Petersburg, Russia

¹ e.chureev@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3504-4957>

Abstract. Fishing in the coastal marine zone in the Russian Federation is currently carried out by small fishing vessels of domestic and foreign construction. The vast majority of vessels have exhausted their resources and require replacement, while foreign-built vessels show more efficient operation compared to domestic counterparts. Measures to modernize Soviet and Russian vessels do not give the desired effect. Information on modern foreign fishing vessels is classified or very limited. Because of this, the designers are faced with the task of modernizing existing vessel designs and / or creating a design for a new competitive fishing vessel for efficient operation. An analysis of modern foreign vessels information shows that all small fishing vessels basically have two types of hull – "Icelandic" and "Norwegian", characterized by an increased completeness of contours. Studies of modern small fishing vessels with a large hull density, by testing physical models in the towing tank, made it possible to determine the main elements of vessels that significantly affect seaworthiness. This paper describes a series of tests of physical models of ships in the towing tank. Based on the results of these tests, the main elements of small fishing vessels with a large hull density, which largely affect certain seaworthiness, were identified. Based on the results obtained, recommendations were formed and presented for use in the modernization of projects of small fishing vessels and / or the creation of new vessel designs.

Keywords: small fishing vessel, trawler, seaworthiness of the vessel, model testing, towing tank.

For citation: Chureev E. A., Orlov O. P. On the issue of modern small fishing vessels modernization. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023; (70) : 148-159. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-148-159.

ВВЕДЕНИЕ

Рыбопромысловый флот в современных реалиях сталкивается со значительными трудностями. Состояние его основных фондов в настоящее время характеризуется высокой степенью изношенности и морального старения [1]. С 2016 года рыбопромышленная отрасль перешла на аукционный принцип распределения квот, в рамках которого участники рынка обязаны строить новые суда в России, чтобы получить часть квот на вылов биологических ресурсов [2]. На данный момент построено 16 судов, сдача всех 105 судов по программе ожидается к 2026 году. Под данную программу, в основном, попадают крупнотоннажные и средние промысловые суда. Малый добывающий флот, призванный обеспечить страну свежей охлажденной рыбной продукцией и составляющий основу прибрежного рыболовства, в Российской Федерации практически не стимулируется. Исторически сложилось, что основу прибрежного рыбодобывающего флота со-

ставляют суда типа «Балтика» (пр. 1328), «Селга» (пр. 728А) и др. [3]. Также присутствуют и суда иностранной постройки, такие как «Римфорс» (Нидерланды) или «За Родину» (Латвия) [4, 5]. Подавляющее большинство существующих судов имеют значительный возраст, превышающий расчетный срок в 25 лет, однако тенденции к обновлению флота не наблюдается.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА

Исследования работы промыслового флота на примере Калининградской области показали, что суда иностранной постройки более чем в 2 раза эффективнее отечественных судов при работе в одинаковых условиях (рис. 1).

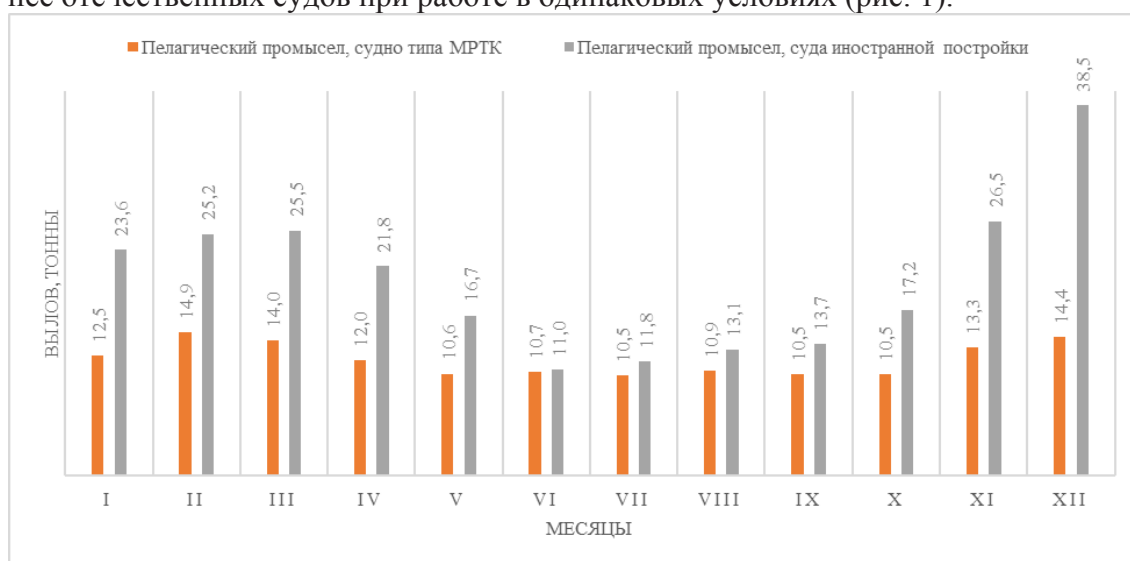


Рис. 1. Данные по выловам судов типа МРТК и судов иностранной постройки в Балтийском море

Fig. 1. Data on catches of vessels of the MRTK type and vessels of foreign construction in the Baltic Sea

Причиной этому являются следующие факторы:

- малая энерговооруженность судов типа МРТК (малый рыболовный траулер кормовой), не позволяющая работать с высокоуловистыми травами;
- относительно небольшой дедвейт, не дающий принимать на борт достаточное количество улова. В совокупности с транспортировкой улова в ящиках со льдом на судах типа МРТК, в отличие от перевозки рыбы наливом на судах иностранной постройки, значительно увеличиваются временные потери на погрузку пойманной рыбы в трюм;
- форма корпуса судов типа МРТК, которая не дает возможности эффективно работать в сезон штормов (с декабря по март), совпадающий с путинной.

Для выхода из сложившейся ситуации судовладельцы модернизируют суда типа МРТК – переоборудуют рыбный трюм под перевозку улова наливом, а также заменяют главный двигатель (ГД) на более мощный (с 220 кВт на 368 кВт). Указанные мероприятия позволили увеличить дедвейт с 30 до 54 т и повысить эффек-

тивность отечественных судов, однако, они по-прежнему уступают судам иностранной постройки с объемом трюмов 80–150 м³. Стоит отдельно отметить, что эксплуатируемые отечественные промысловые суда исчерпали свой модернизационный ресурс в силу возраста, технического состояния и заложенных проектных решений.

ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ СУДОВ

Исходя из вышеуказанного, при проектировании новых малых промысловых судов целесообразно изучить опыт иностранного судостроения, однако имеющиеся данные по проектам иностранных судов из открытых источников носят информационный характер и не позволяют выполнить полноценный технический анализ либо использовать суда в качестве прототипов при проектировании новых. В то же время опубликованная информация достаточна для получения представления о форме корпуса современных малых промысловых судов.

Анализ формы рыболовных судов иностранной постройки показал, что в мире используются две основные формы корпуса – по исландскому типу (рис. 2) и по норвежскому (рис. 3).

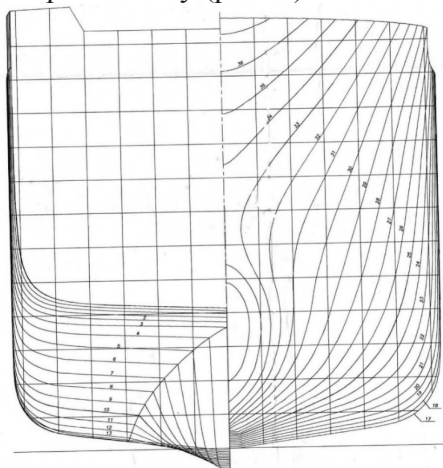


Рис. 2. Проекция корпуса с бульбовыми обводами по исландскому типу

Fig. 2. Projection body with bulbous contours according to the icelandic type

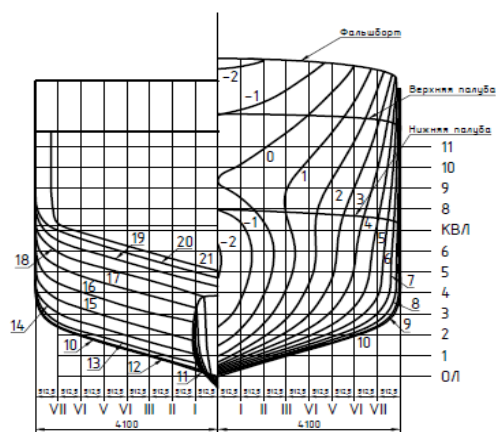


Рис. 3. Проекция корпуса с бульбовыми обводами по норвежскому типу

Fig. 3. Projection body with bulbous contours according to the norwegian type

Данные формы корпуса обуславливаются достаточно большими значениями коэффициентов полноты, не характерными для отечественных судов. Это позволяет обеспечить размещение вместительных рыбных трюмов, установку относительно мощных главных и вспомогательных дизелей, а также обеспечить комфортное размещение судовой команды.

На рис. 4 представлен продольный разрез и строевая по шпангоутам малого наливного рыболовного траулера, разработанного сотрудниками Калининградского государственного технического университета (КГТУ) в рамках выполнения

составной части опытно-конструкторской работы (шифр «Балтика – КГТУ») [6]. С точки зрения мореходных качеств, в первую очередь – ходкости, данная форма корпуса далеко не оптимальна. Факторами, влияющими на ходкость судна, являются погруженная часть транца в воду и носовой бульб. Также следует обратить внимание на резкое уменьшение объемов подводной части от 30 до 40 шпангоута судна, что в свою очередь может привести к срыву потока, идущего по линиям батоксов, и, следовательно, увеличению сопротивления.

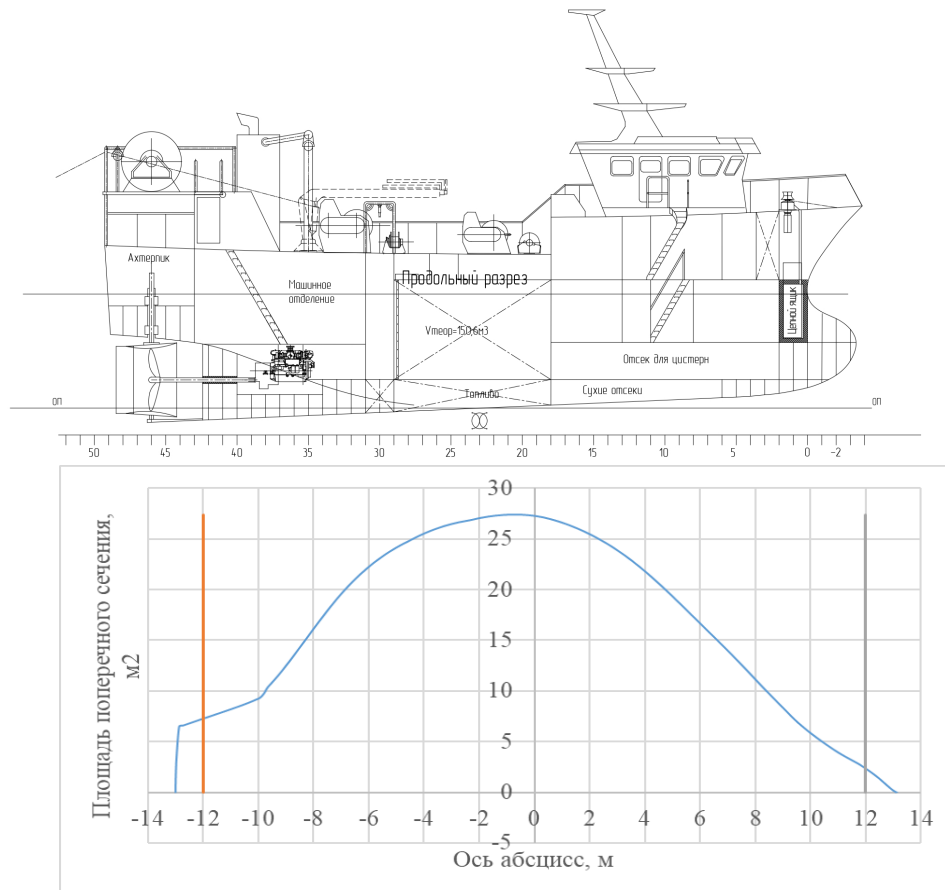


Рис. 4. Продольный разрез и строевая по шпангоутам
Fig. 4. Longitudinal section and drill along the frames

Предварительным решением данной проблемы может стать разработка теоретического чертежа судна со строительным дифферентом на корму. Это позволит обеспечить более плавное направление линий тока по корпусу и минимизировать отрыв потока. Однако, эксперименты с физическими моделями в опытовом бассейне показали, что у судов данного типа наблюдается значительное изменение посадки в процессе набора скорости – появляется ходовой дифферент на нос. Наглядно это явление можно наблюдать на примере испытания физической модели МРТК «Адомат» в опытовом бассейне КГТУ (в соответствии с [7]), теоретический чертеж которого представлен на рис. 5.

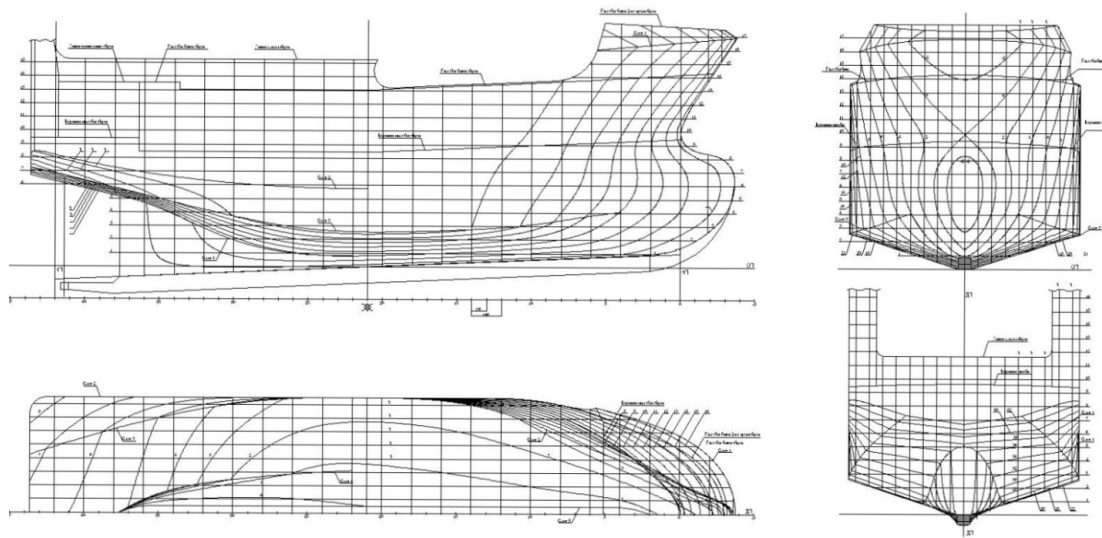


Рис. 5. Теоретический чертеж МРТК «Адомат»
Fig. 5. Lines drawing MRTK «Adomat»

В процессе испытаний модели данного судна были исследованы мореходные качества на тихой воде в различных случаях нагрузки. При нагрузке с осадкой 3,80 м (случай нагрузки 1) на ровный киль с повышением скорости хода изменялась ходовая посадка судна – увеличивался дифферент на нос. На расчетной скорости свободного хода натурного судна 11 узлов ($F_r = 0,39$) зафиксирована максимальная просадка носовой оконечности судна, обеспечивающая дифферент на нос 2,5 градуса. Визуально данное явление можно наблюдать на рис. 6.

В другом случае нагрузки с начальным дифферентом на корму ($T_n = 2,71$ м; $T_k = 3,91$ м) (случай нагрузки 3) и аналогичным водоизмещением посадка судна на полном ходу была значительно лучше – дифферент на скорости 11 узлов натурального судна составлял около 1 градуса на нос. Визуально посадка модели судна представлена на рис. 7.

В результате проведенного анализа поведения модели судна с начальным дифферентом на корму авторы пришли к выводу, что в данном случае дифферентующий момент на нос появляется не только за счет областей пониженного давления, образующихся под полным корпусом, но и за счет гидродинамической силы, появляющейся во время обтекания носового бульба.

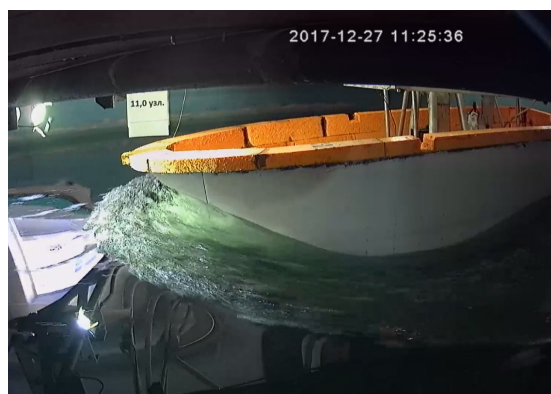


Рис. 6. Испытания МРКТ «Адомат». Ровный киль, скорость 11 узлов

Fig. 6. Tests of MRTK "Adomat". Even keel, speed 11 knots



Рис. 7. Испытания МРКТ «Адомат». Начальный дифферент на корму, скорость 11 узлов

Fig. 7. Tests of MRTK "Adomat". The initial trim to the stern, speed 11 knots

С точки зрения влияния изменения ходовой посадки судна на мореходные качества целесообразно обратиться к результатам вышеуказанных испытаний [8]. Зависимость коэффициента остаточного сопротивления от числа Фруда показана на рис. 8, а зависимость изменения дифферента от числа Фруда – на рис. 9.

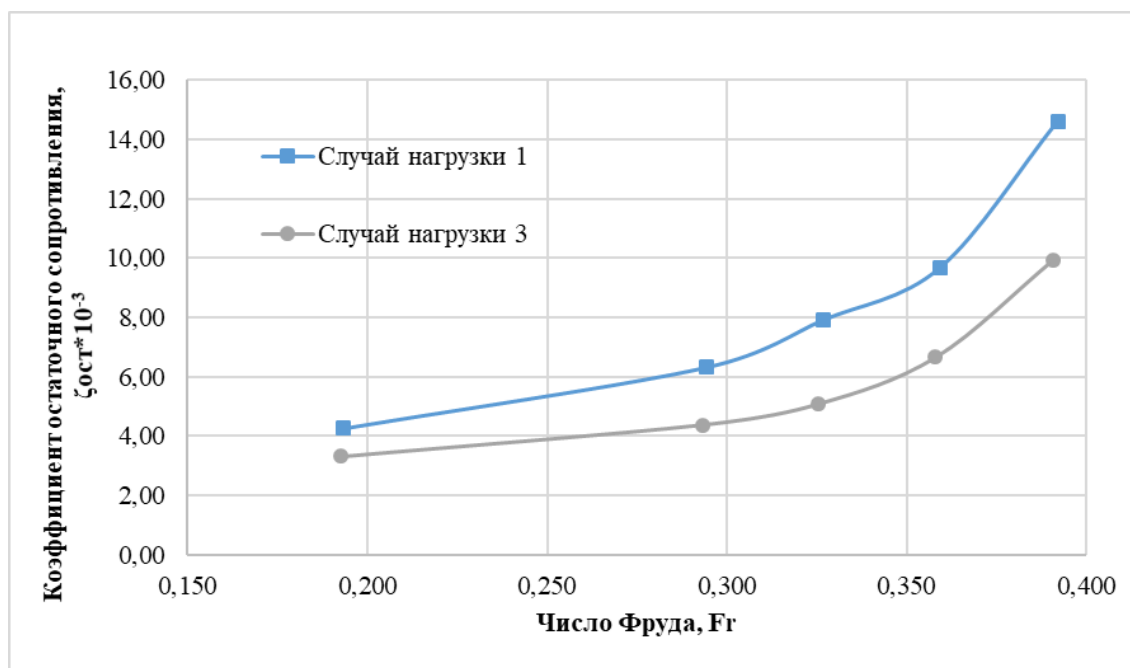


Рис. 8. Зависимость коэффициента остаточного сопротивления от числа Фруда
Fig. 8. The dependence of the coefficient of residual resistance on the Froude number

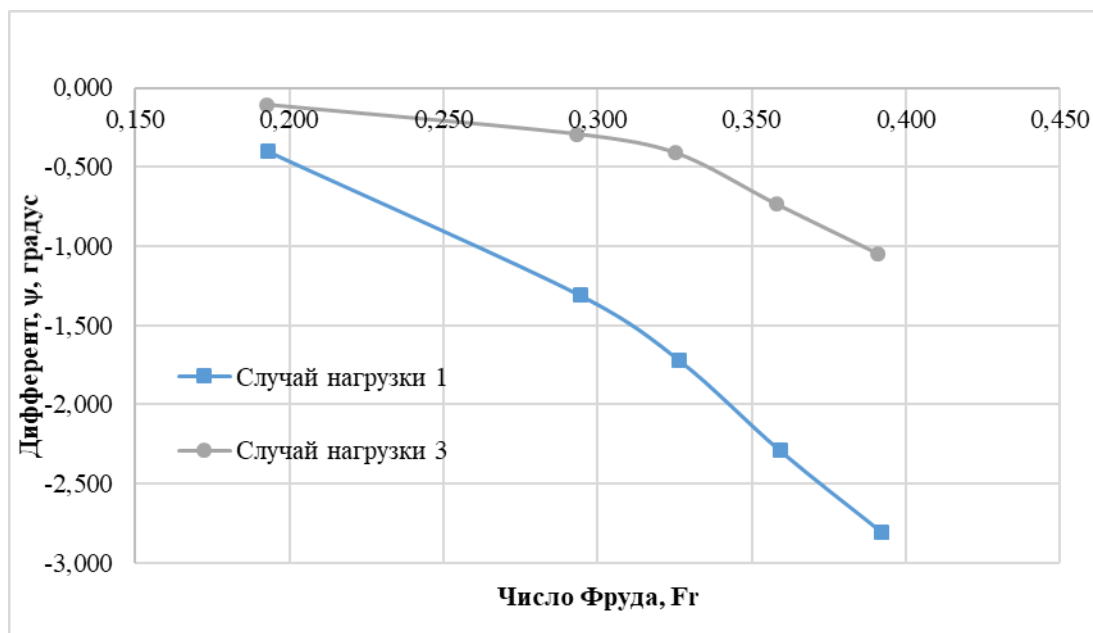


Рис. 9. Зависимость изменения дифферента судна от числа Фруда

Fig. 9. The dependence of the change in the trim of the vessel on the Froude number

Из представленных материалов можно сделать вывод, что при одинаковом водоизмещении на расчетной скорости свободного хода судна за счет строительного (начального) дифферента на нос можно получить выигрыш по коэффициенту остаточного сопротивления до 40 %.

Дальнейшие исследования данного вопроса подтолкнули авторов на проведение дополнительных испытаний, направленных на поиск оптимальной начальной посадки судна и оптимизации ходкости по коэффициенту остаточного сопротивления, результаты которого были опубликованы в [9]. По итогам исследований сделан вывод, что коэффициент остаточного сопротивления корпуса судна минимальный при условии, если судно движется на расчетной скорости на ровный киль, оптимальный угол начального дифферента составляет порядка 1,0–2,5 градуса на корму.

Еще одним важным элементом формы корпуса, влияющей на мореходные качества, является носовой бульб. Ряд проведенных исследований с другими моделями судов показал возможность появления негативного эффекта из-за обтекания бульба, пример тому – результат испытаний малого рыболовного судна «Марлин» (зависимость коэффициента остаточного сопротивления от числа Фруда) (рис. 10) [10].

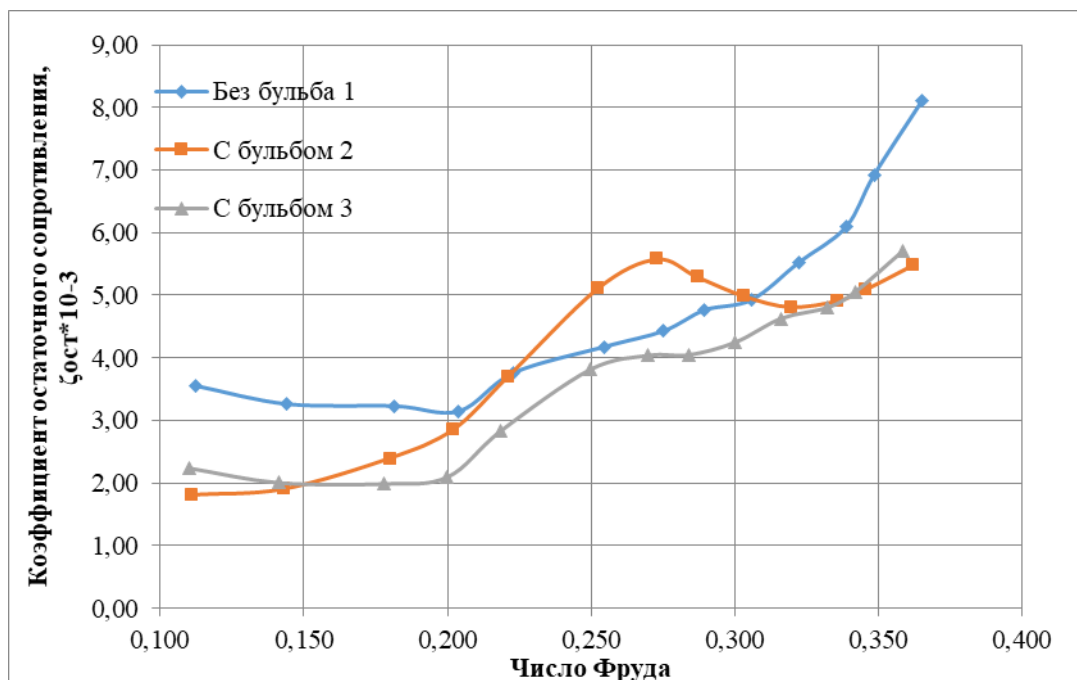


Рис. 10. Результат испытаний модели судна «Марлин»
Fig. 10. The result of testing the model of the ship "Marlin"

Анализ результатов испытаний показывает, что в районе числа Фруда 0,25–0,28 резко возрастает на 10–15 % коэффициент остаточного сопротивления (случай нагрузки – «с бульбом 2»), именно за счет обтекания носового бульба. Данный негативный эффект необходимо устранять на стадии проектирования формы корпуса судна путем проведения экспериментальных исследований физических моделей судов в гидроканале с обращенным движением воды на всем диапазоне расчетных скоростей хода судна, а также в диапазоне изменений его эксплуатационных посадок.

Малые промысловые суда по сравнению с крупными в большей мере подвержены явлению заливаемости открытых участков палубы, особенно в носовой части. Исследования данного явления в опытовом бассейне на примере нескольких проектов судов показали в целом положительное влияние носового бульба на заливаемость носовой оконечности судна, а также на интенсивность данного процесса. Вместе с этим, исследователи отмечают, что решающую роль играет величина надводного борта судна, особенно в носовой части.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отечественные малые промысловые суда в основной своей массе уступают судам иностранной постройки в эффективности, причем модернизационный потенциал данных судов исчерпан. Лучшим решением в данной ситуации является модернизация проектов судов. По сути это – создание новых проектов отечественных промысловых судов, способных конкурировать с судами иностранной постройки.

В процессе модернизации существующих проектов судов необходимо обращать внимание на следующие факторы:

- новые суда должны быть оборудованы носовыми бульбами для лучшей удифферентовки. Форма носового бульба должна быть отработана в гидроканалах и опытовых бассейнах на всех эксплуатационных режимах. Данное решение позволит исключить образование локального негативного обтекания носовой оконечности судна и, следовательно, увеличение буксировочного сопротивления;

- новые суда должны разрабатываться со строительным дифферентом на корму, причем ходовая посадка судна на расчетной скорости полного хода должна быть на ровный киль. Это решение позволит минимизировать буксировочную мощность судна на свободном ходу;

- новые суда должны быть оборудованы главным двигателем достаточной мощности для возможности буксировки современных высокоуловистых тралов, а также для обеспечения требуемой скорости свободного хода;

- новые суда должны иметь достаточный надводный борт для минимизации явления заливаемости участков палубы судна.

Предлагаемые решения будут способствовать созданию современного конкурентоспособного промыслового флота Российской Федерации.

Список источников

1. Колончин К. В. Состояние, проблемы и перспективы развития рыбопромыслового флота России. Часть I // Пищевая промышленность. 2019. № 11. С. 35–39.

2. Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие рыбохозяйственного комплекса": Постановление Правительства РФ № 314 от 15 апреля 2014 г. // URL: <http://government.ru/docs/all/91156/> (Дата обращения: 14.06.23)

3. Флот рыбной промышленности: справочник типовых судов / под ред. Б. А. Антипова. М.: Транспорт, 1990. 384 с.

4. Регистровая книга Российского морского регистра судоходства. URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/regbookVessel?ln=ru/> (Дата обращения: 14.06.23).

5. Регистровая книга Российского классификационного общества. URL: <https://rfclass.ru/activities/class/reg-book/?s=8150/> (Дата обращения: 14.06.23).

6. Разработка концептуального проекта модернизации маломерного рыболовного траулера по типу пр. 1328 («Балтика») для Северо-Западного региона России с возможностью использования функции прохождения промысловой практики и обучения будущих специалистов отраслевых учебных заведений [текст]: технический отчет // ФГБОУ ВО «КГТУ»; рук. Злыгостев Д. В.; исполн.: Маслюк Е. В. [и др.]. Калининград, 2016. 121 с. (на правах рукописи).

7. 204-ЛМКС.000.001-МИ «Буксировочные испытания моделей судов. Методика». Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. 48 с.

8. Подготовка и проведение комплекса испытаний моделей судна МРТК нового типа [текст]: технический отчет // ФГБОУ ВО «КГТУ»; рук. Злыгостев Д. В.; исполн.: Чуреев Е. А. [и др.]. Калининград, 2018. 23 с. (на правах рукописи).

9. Чуреев Е. А., Орлов О. П., Якута И. В. Исследование влияния строительного дифферента малых промысловых судов с большой полнотой корпуса на мореходные качества // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: морская техника и технология. 2019. № 4. С. 30–38.

10. Сравнительные испытания модели т/х «Марлин» без носового бульба и с носовым бульбом на заливаемость на встречном волнении и сопротивление движению судна на тихой воде [текст]: технический отчет: // ФГБОУ ВО «КГТУ»; рук. Батуев А. Д.; исполн.: Чуреев Е. А. [и др.]. Калининград, 2017. 48 с. (на правах рукописи).

References

1. Kolonchin K. V. Sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya rybo-promyslovogo flota Rossii. Chast' I [The state, problems and prospects of development of the fishing fleet of Russia. Part I]. *Pishchevaya promyshlennost'*, 2019, no. 11, pp. 35–39.

2. Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii "Razvitiye rybokhozyaystvennogo kompleksa": Postanovlenie Pravitel'stva RF № 314 ot 15 aprelya 2014 g. [On approval of the State program of the Russian Federation "Development of the fisheries complex": Decree of the Government of the Russian Federation No. 314 of April 15, 2014], available at: <http://government.ru/docs/all/91156/> (Accessed 14 June 2023).

3. *Flot rybnoy promyshlennosti: spravochnik tipovykh sudov* [Fishing industry fleet: reference book of standard vessels], pod red. B. A. Antipova, Moscow, Transport Publ., 1990, 384 p.

4. Registrovaya kniga Rossiyskogo morskogo registra sudokhodstva [Register of ships Russian Maritime Register of Shipping], available at: <https://lk.rs-class.org/regbook/regbookVessel?ln=ru/> (Accessed 14 June 2023).

5. Registrovaya kniga Rossiyskogo klassifikatsionnogo obshchestva [Register of ships Russian Classification Society], available at: <https://rfclass.ru/activities/class/regbook/?s=8150/> (Accessed 14 June 2023).

6. Razrabotka kontseptual'nogo proekta modernizatsii malomernogo rybolovnogo traulera po tipu pr. 1328 ("Baltika") dlya Severo-Zapadnogo regiona Rossii s vozmozhnost'yu ispol'zovaniya funktsii prokhozheniya promyslovoy praktiki i obucheniya budushchikh spetsialistov otraslevykh uchebnykh zavedeniy [tekst]: tekhnicheskii otchet [Development of a conceptual project for the modernization of a small-size fishing trawler of the type 1328 Ave. ("Baltika") for the North-Western region of Russia with the possibility of using the function of passing fishing practice and training future specialists of industry educational institutions: technical report]. Director Zlygostev D. V., executor Maslyuk E. V. FGBOU VO "KGTU", Kaliningrad, 2016, 121 p.

7. 204-LMKS.000.001-MI "Buksirovочные испытания модели судов. Методика" [204-LMKS.000.001-MI "Towing tests of ship models. Methodology"]. FGBOU VO "KGTU", Kaliningrad, 2019, 48 p.

8. Podgotovka i provedenie kompleksa ispytaniy modeley sudna MRTK novogo tipa [tekst]: tekhnicheskii otchet [Preparation and conduct of a complex of tests of models of a new type of SFT vessel: technical report]. Director Zlygostev D. V., executor Chureev E. A. Kaliningrad, 2018, 23 p.

9. Chureev E. A., Orlov O. P., Yakuta I. V. Issledovanie vliyaniya stroitel'nogo differenta malykh promyslovykh sudov s bol'shoi polnotoy korpusa na morekhodnye kachestva [Investigation of the influence of the construction trim of small fishing vessels with a large hull completeness on seaworthiness]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: morskaya tekhnika i tekhnologiya*, 2019, no. 4, pp. 30–38.

10. Sravnitel'nye ispytaniya modeli t/kh "Marlin" bez nosovogo bul'ba i s nosovym bul'bom na zalivaemost' na vstrechnom volnenii i soprotivlenie dvizheniyu sudna na tikhoy vode [tekst]: tekhnicheskii otchet [Comparative tests of the model of ship "Marlin" without a bow bulb and with a bow bulb for floodability in oncoming waves and resistance to the movement of the vessel in calm water: technical report]. Director Zlygostev D. V., executor Chureev E. A. Kaliningrad, 2017, 48 p.

Информация об авторах

Е. А. Чуре́ев – заместитель директора по науке Научно-исследовательского центра судостроения

О. П. Орлов – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник

Information about the authors

E. A. Chureev – Deputy Director for Science of the Shipbuilding Research Center

O. P. Orlov – Doctor of Science (Technical), Professor, Chief Scientific Officer

Статья поступила в редакцию 12.07.2023; одобрена после рецензирования 19.07.2023; принята к публикации 21.07.2023.

The article was submitted 12.07.2023; approved after reviewing 19.07.2023; accepted for publication 21.07.2023.