

Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 70, № 4. С. 204–213.
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2024. Vol. 70, no 4.
P. 204–213.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Обзорная статья

УДК 621.56

DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-70-21

EDN: XOULAK

**Исследование экологической безопасности, эффективности и развития
хладагентов судового холодильного оборудования рыбной отрасли России
в рамках международных протоколов**

Татьяна Евгеньевна Коршунова¹, Владимир Алексеевич Колесов²

^{1, 2} Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

¹ korte12@mail.ru

² vlkolesov17@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены рабочие вещества (холодильные агенты) судовых холодильных установок, роль холодильного оборудования в рыбодобывающей и рыбоперерабатывающей отрасли, а также при транспортировке рыбной продукции, особенности хладагентов, степень отрицательного воздействия хладонов на окружающую среду и возможные пути повышения экологической безопасности и энергетической эффективности холодильного оборудования. Приведен сравнительный анализ озоноразрушающего потенциала и потенциала глобального потепления ряда хладагентов.

Ключевые слова: холодильные агенты, холодильное оборудование, Монреальский протокол, экологическая безопасность, озоновый слой, глобальное потепление, рефрижераторный флот

Для цитирования: Коршунова Т. Е., Колесов В. А. Исследование экологической безопасности, эффективности и развития хладагентов судового холодильного оборудования рыбной отрасли России в рамках международных протоколов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 70, № 4. С. 204–213.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Review article

**Research of ecological safety, efficiency and development of coolants of a ship re-
frigerating machinery of fish branch of Russia within the limits of the international
reports**

Tatiana E. Korshunova¹, Vladimir A. Kolesov²

^{1, 2} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ korte12@mail.ru

² vlkolesov17@mail.ru

Abstract. Working substances (refrigerating agents) ship refrigerating machinery, a refrigerating machinery role in extracting fish and processing fish branches are considered, and also at transportation of fish production, feature of coolants, degree of negative influence coolants on environment and possible ways of increase of ecological safety and power efficiency of a refrigerating machinery. The comparative analysis ozonorazrushajushchy potential and potential of global warming of some coolants is resulted.

Keywords: refrigerating agents, a refrigerating machinery, the Montreal report, ecological safety, an ozone layer, global warming, refrigerator fleet

For citation: Korshunova T. E., Kolesov A. V. Research of ecological safety, efficiency and development of coolants of a ship refrigerating machinery of fish branch of Russia within the limits of the international reports. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2024; 70(4): 204–213. (In Russ.).

В рыбной промышленности критическую роль играют рыбопромысловые (добывающие, обрабатывающие, приемно-транспортные), транспортные и специализированные рефрижераторные суда, оснащенные различными системами охлаждения, гарантирующими сохранность улова, увеличение сроков хранения рыбы и рыбной продукции, и обеспечение их высокого качества и пищевой безопасности.

Первоначальное охлаждение рыбы и морепродуктов осуществляется непосредственно на месте вылова, что позволяет предотвратить размножение микроорганизмов, снизить скорость разложения и уменьшить риск загрязнения продукта. При этом чаще всего применяется оборудование для охлаждения рыбы с использованием твердого хладоносителя – дробленого льда или жидкого – холодной воды.

При переработке рыбы и морепродуктов ключевым моментом является поддержание низких температур в процессе разделки, фасовки и хранения продукции. Оптимальные условия их обработки и хранения обеспечиваются посредством использования холодильных камер и туннелей, а также специальных быстро замораживающих устройств, благодаря чему важные качественные характеристики продуктов (вкус, текстура, питательная ценность) остаются на требуемом стабильно высоком уровне.

Решающую роль в перевозке рыбопродуктов играют условия их транспортирования от места добычи к местам складирования, хранения, переработки или непосредственно к потребителю. При этом приоритетным является как универсальный, так и специализированный водный рефрижераторный транспорт.

Техника судовых холодильных систем позволяет поддерживать оптимальные температурные условия на протяжении всей производственной цепочки добычи, переработки, транспортировки и хранения рыбной продукции. Рефрижераторные контейнеры, специализированные транспортные средства и системы контроля температуры позволяют обеспечить ее сохранность в течение длительного времени, включая перевозки на значительные расстояния [1].

Важнейшими элементами холодильных оборудования и систем являются холодильные агенты (хладагенты, хладоны, фреоны). Большинство эксплуатируемых судовых холодильных установок представляют собой компрессионные системы, оснащенные средствами контроля, управления и поддержания необходимого температурного режима, принцип работы которых заключается в активном поглощении теплоты при испарении хладагента.

Хладагенты должны иметь низкую температуру кипения и конденсации, небольшую теплоемкость и высокую теплопроводность, быть невзрывоопасными, нетоксичными, негорючими, неядовитыми, химически стабильными и инертными к конструкционным и прокладоч-

ным материалам, а также к смазочным маслам, экологически безопасными, хорошо растворяться в воде без образования льда в системе. Однако на сегодняшний день, в связи глобальными климатическими изменениями, на первое место выдвигаются требования по экологической безопасности хладагентов, «утечки» которых в атмосферу неизбежны как при их производстве, так и при эксплуатации и утилизации, оказывая на нее негативное воздействие. Основными критериями оценки хладагентов стали озоноразрушающий потенциал (ODP, ОРП) и потенциал глобального потепления (GWP, ПГП). При этом также учитывается величина энергозатрат при производстве хладагентов и энергопотребления систем охлаждения, которая, хотя и косвенно, но все же способствует увеличению парникового эффекта. Снижение косвенных затрат напрямую зависит не только от теплофизических свойств хладагента, но и от величины коэффициента полезного действия холодильных установок и интенсивности теплообмена в них [2].

В судовых холодильных машинах и установках первоначально наибольшее применение нашел аммиачный хладагент R-717. Однако постепенно, несмотря на высокие термодинамические свойства и относительную дешевизну, в связи с высокой токсичностью и взрывоопасностью при определенных концентрациях, произошло его вытеснение эффективными и более безопасными с точки зрения эксплуатации синтетическими хлорсодержащими холодильными агентами R-12 и R-22 [3].

Хладагент R-12 является хлорфторуглеродом с высокими не только термодинамическими свойствами, но и озоноразрушающей способностью. Он невзрывоопасен, не горюч, в смеси с воздухом не воспламеняется. Особенно эффективно хладон проявил себя в малых холодильных машинах, а также в средних и крупных холодильных установках. Но при высокой температуре (~ 400 °C) R-12 разлагается, образуя вредные соединения фтористого и хлористого водорода, и ядовитого фосгена [2–4].

Достаточно достойным заменителем R-12 стал хладагент R-22 – гидрохлорфторуглерод с низкой озоноразрушающей активностью ($ODP < 0,1$), также обладающий хорошими термодинамическими и эксплуатационными свойствами. Он энергетически эффективен, имеет относительно невысокий потенциал глобального потепления, невзрывоопасный и не горюч, мало токсичен, что позволяет его использовать не только в холодильных установках, но и в судовых системах кондиционирования воздуха. Коэффициент его теплоотдачи при кипении и конденсации на четверть выше, чем у R-12, однако R-22 имеет более высокое давление конденсации, а при температуре 550 °C, как и R-12, разлагается с выделением фосгена [2–4].

Имея целый комплекс положительных качеств, хлорсодержащие хладоны весьма отрицательно воздействуют на озоновый слой атмосферы, разрушая его. По показателям озоноразрушающего потенциала и потенциала глобального потепления хладон R-12 признан как наиболее опасный. В значительно меньшей степени на экологию влияет хладон R-22, имея ODP, равный 0,055 и GWP – 1810 единиц.

В связи с высоко негативным воздействием на экосистему планеты применение целого ряда хлорсодержащих холодильных агентов, включая R-12 и R-22, было ограничено сроками их производства и эксплуатации, либо вовсе запрещено Монреальским протоколом по веществам, Венской Конвенцией об охране озонового слоя, разрушающим озоновый слой, и Киотским протоколом к рамочной конвенции ООН об изменении климата [5–7]. В соответствии с международной конвенцией МАРПОЛ 73/78 и Российским морским регистром судоходства с 1 января 2020 г. для новых судов введен запрет на применение хладонов с озоноразрушающим потенциалом больше нуля, который, в частности, касается и широко распространенного хлорсодержащего хладагента R-22 [8, 9]. При этом использование гидрохлорфторуглеродов на судах, построенных до 2020 г., разрешено продолжить вплоть до полного вывода судна из экс-

плуатации. Кроме того, согласно выше названным документам предусмотрено поэтапное сокращение применения гидрохлорфторуглеродов на 100 % к 2030 г. и гидрофторуглеродов на 85 % к 2036 г.

На первом этапе реализации международных проектов альтернативой хлорсодержащим хладагентам R-12 и R-22 для холодильного оборудования рыбохозяйственной отрасли, включая судовые холодильные установки, стали синтетические гидрофторуглеродные фреоны R-134a, R-404A и R-507A. Они экологически менее опасны, имеют повышенные характеристики холодопроизводительности и сниженное потребление энергии [2–4].

Хладагент R-134a – озонобезопасный гидрофторуглерод с термодинамическими характеристиками, близкими R-12, нетоксичен и не воспламеняется в широком диапазоне эксплуатационных температур, но при попадании в систему воздуха его компоненты способны образовывать горючие смеси, при возгорании которых хладагент R-134a разлагается с выделением токсичного фторводорода. Температура нагнетания R-134a ниже, чем для R-12, значение давления насыщенных паров также низкое. Однако, если рабочая температура холодильной установки ниже -15°C , то холодопроизводительность агента заметно снижается.

При нулевом озоноразрушающем потенциале потенциал глобального потепления фреона R-134a относительно высок и составляет 1300 единиц. Кроме того, хладон, имея очень небольшие размеры молекул, обладает высокой проникающей способностью, увеличивая вероятность «утечек» из системы, поэтому его применяют в основном в герметичных холодильных системах [2–4].

Хладагент R-404A является гидрофторуглеродом, состоящим из зеотропной смеси хладагентов R-125, R-143a и R-134a с соотношением массовых долей компонентов 44/52/4 соответственно. Он широко и довольно успешно применяется в качестве заменителя R-22, так как его термодинамические свойства и энергоэффективность близки R-22, но при этом в составе R-404A отсутствует такой вредный компонент, как хлор. Его холодопроизводительность высокая, а температура нагнетания в компрессоре относительно низкая.

К отрицательным свойствам R-404A следует отнести необходимость применения только полиэфирных холодильных масел. Еще более существенным недостатком является тот фактор, что R-404A – смесевый хладагент и при неизбежных «утечках» в процессе эксплуатации в первую очередь «уходят» более летучие компоненты, вызывая изменение химического состава и, как следствие, свойств хладагента, снижая холодопроизводительность оборудования и нарушая режим его работы. По этой же причине «дозаправить» хладагент обычным образом невозможно. Первоначально требуется полное удаление и утилизация остатков хладагента и только затем заправка новым в полном объеме, что влечет за собой дополнительные временные, трудовые и финансовые затраты [2–4].

Хладагент R-507A – это гидрофторуглерод, представляющий собой азеотропную смесь хладагентов R-125 и R-143a с соотношением массовых долей компонентов 50/50. В отличие от R-404A хладагент R-507A имеет однородную структуру со свойствами однокомпонентного вещества, сохраняющего свои качественные характеристики в любом объеме, благодаря чему им можно «дозаправлять» систему без удаления хладона, оставшегося от предыдущей заправки. Его термодинамические свойства близки свойствам фреона R-404A, но коэффициент полезного действия теплообменного оборудования, работающего на R-507A, выше, чем при работе с использованием R-404A. Хладагент сохраняет свои свойства в течение длительного срока эксплуатации, не разлагаясь на составляющие компоненты.

К недостаткам R-507A можно отнести то, что при нулевом озоноразрушающем потенциале он оказывает негативное влияние на глобальное потепление. Кроме того, R-507A смешивается только с полиэфирными маслами и химически агрессивен по отношению к сплавам

алюминия. Он не горюч, но при контакте с открытым пламенем или предметами, нагретыми выше 250 °С выделяет токсичные вещества – фторид водорода и фосген [2–4].

И R-404A, и R-507A, являясь достойными заменителями хлорсодержащего R-22, при нулевом озоноразрушающем потенциале имеют относительно высокий потенциал глобального потепления (GWP равен 3850 и 3780 единиц соответственно), поэтому применение фреонов R-404A, R-507A, как и R134a, – это лишь промежуточный этап на пути к решению экологических задач, поставленных международными протоколами. Каждый из этих хладагентов, не воздействуя на озоновый слой Земли, в той или иной степени оказывает отрицательное влияние на глобальное потепление. Решить экологический вопрос в полной мере и отечественные, и зарубежные специалисты считают можно лишь путем перехода на использование природных хладагентов (в частности аммиака и диоксида углерода).

Из-за повышенной токсичности, пожаро- и взрывоопасности за последние несколько десятков лет от применения аммиака в качестве хладагента в судовых холодильных установках и оборудовании практически отказались полностью и только теперь, в связи с ухудшающей экологией планеты, к использованию аммиака вернулись вновь, что стало возможным благодаря новым технологиям и принципиально новым конструкциям холодильного оборудования.

Аммиак (хладагент R-717) при относительно невысокой стоимости имеет большую объемную холодопроизводительность, низкие температуру кипения и текучесть, высокую теплопроводность, обладает нулевыми потенциалами глобального потепления и разрушения озонового слоя, нейтрален к черным сплавам, но агрессивен по отношению к меди, поэтому элементы аммиачных холодильных установок из сплавов меди не изготавливаются. Его применение оправдано в судовых и стационарных холодильных установках средней и большой производительности. Общеизвестно, что аммиак по энергоэффективности и экологичности является лучшим хладагентом, однако при определенных концентрациях токсичен и взрывоопасен, в связи с чем его применение регламентировано жесткими требованиями к условиям эксплуатации. Для снижения опасностей при работе с аммиачным хладагентом созданы безопасные холодильные установки нового типа, оснащенные современными системами контроля и управления, для эффективной работы которых требуется аммиака в несколько раз меньше по сравнению с оборудованием предыдущих поколений такой же мощности [2–4].

У хладагента R-744 (диоксида углерода CO₂) нулевой озоноразрушающий потенциал и практически незначительный потенциал глобального потепления (GWP равен 1). Он химически нейтрален, не горюч и не токсичен, обладает очень высокой (выше, чем у аммиака) удельной холодопроизводительностью, что позволяет свести рабочее количество CO₂ до минимума и использовать холодильное оборудование меньшей мощности с меньшим энергопотреблением. Еще одним положительным качеством R-744 является отсутствие необходимости его утилизации. Вместе с тем CO₂ имеет и недостатки: обязательность поддержания в системе высокого рабочего давления и контроля предельно допустимого содержания его в воздухе, особенно в замкнутых помещениях [2–4].

Степень влияния наиболее популярных хладагентов судового холодильного оборудования на разрушение озонового слоя Земли и глобальное потепление планеты наглядно представлена на рис. 1 и 2.

Однако применение натуральных хладагентов пока в большей степени оправдано лишь с экологической точки зрения, но не экономической, так как процесс их внедрения потребовал разработки капиталоемких проектов принципиально новых холодильных систем и оборудования.

На сегодняшний день зарубежными компаниями разработаны экологически и энергетически эффективные судовые холодильные установки, оборудование и системы, способные работать на различных хладагентах, включая природные; автоматизированные и интеллектуальные системы охлаждения, управления и контроля за их работой, обеспечивающие работу холодильных установок в оптимальном режиме; холодильное оборудование с инверторным (частотным) приводом и, как следствие, со сниженным потреблением энергии; установки каскадного типа с аммиачной верхней ветвью и диоксидом углерода в нижней, позволяющего значительно повысить эффективность применения природных хладагентов. Очевидно, что реализация таких решений экономически целесообразна лишь при постройке новых судов.

Лидерами в разработке, изготовлении и монтаже современных холодильных систем, включая судовые, работающих на природных хладагентах, являются компании KINARCA (Испания), Bitzer (Германия), компания Mauekawa (Япония), концерн GEA (Германия), Frick Industrial (Индия), Teknotherm (Германия) и др., большинство из которых сотрудничают с рыбопромышленными и судостроительными компаниями РФ, хотя и несколько менее активно по сравнению с досанкционным периодом.

В России же предприятий полного цикла производства холодильных агрегатов на сегодняшний день нет, а процесс изготовления хотя бы элементов установок, работающих на природных хладагентах, не налажен вовсе, поэтому на суда, даже строящиеся в России, устанавливается импортное оборудование, что значительно увеличивает затраты на их приобретение, монтаж и техническое обслуживание. Практически не производятся в России и хладагенты, закупка которых осложнена по-прежнему действующими многочисленными и разносторонними санкциями в отношении нашего государства целым рядом стран, а также из-за постоянно изменяющихся валютных курсов и нарушения логистических цепочек.

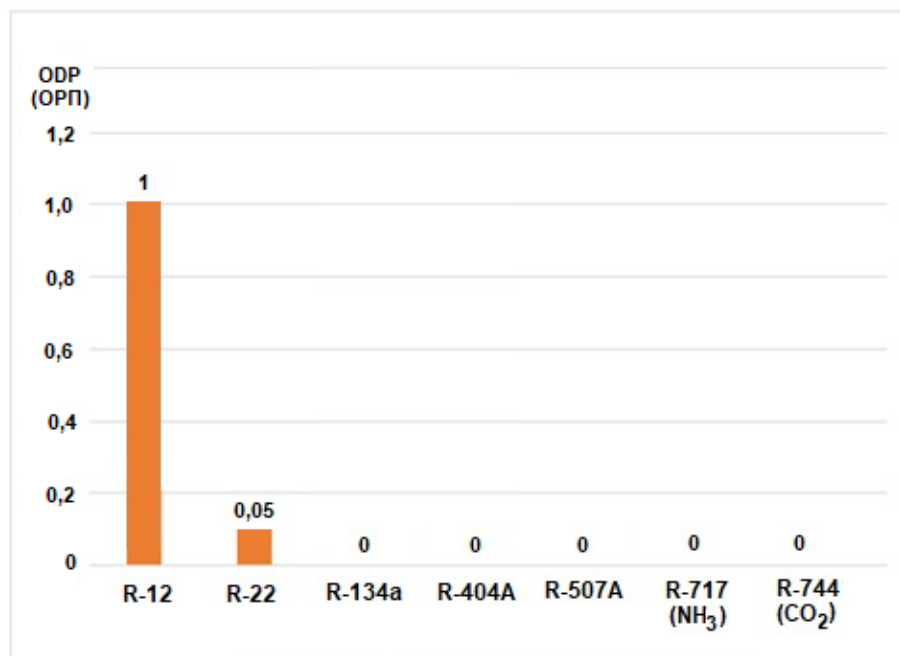


Рис. 1. Озоноразрушающий потенциал хладагентов [2–4]. Составлено авторами
Fig. 1. Ozonorazrushajushchy potential of coolants [2–4]. Compiled by the authors

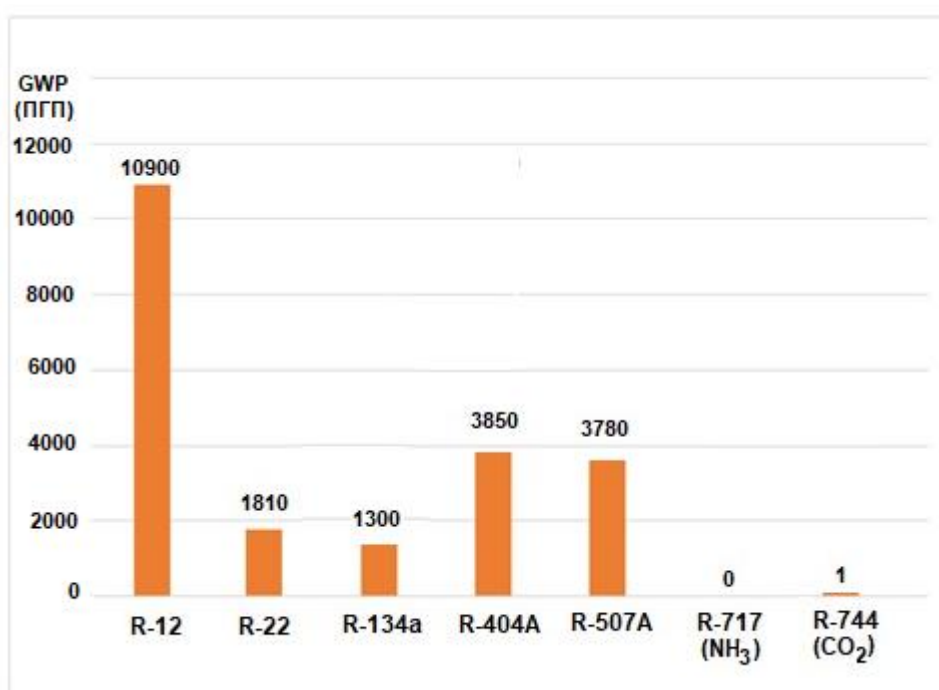


Рис. 2. Потенциал глобального потепления хладагентов [2–4]. Составлено авторами
 Fig. 2. Potential of global warming of coolants [2–4]. Compiled by the authors

В сложившейся ситуации российские рыбопромышленники еще до недавнего времени не торопились с обновлением рефрижераторного флота. Тем не менее под давлением целого ряда обстоятельств (обновленных требований международных протоколов и Российского морского регистра судоходства, острой нехватки рефрижераторных судов, особенно ледового класса, катастрофического снижения работоспособности эксплуатируемых судов вследствие физического износа, построенных еще в Советском Союзе и не отвечающих современным требованиям по целому ряду позиций вследствие морального износа, в том числе по холодопроизводительности и экологической безопасности судовых холодильных установок) в РФ, хотя не так быстро, как хотелось бы, разворачивается строительство судов нового типа для рыбной отрасли. В качестве примера можно привести начало в 1919 г. строительства акционерным обществом «Адмиралтейские верфи» (г. Санкт-Петербург) в рамках государственной программы по обновлению отечественного рыбопромыслового флота и повышению эффективности освоения ценных биоресурсов первых десяти российских высокотехнологичных многофункциональных траулеров ледового класса серии СТ-192 для рыбного промысла с высокопроизводительной переработкой улова по заказу ООО «Русская рыбопромышленная компания», занимающегося добычей и переработкой рыбы на Дальнем Востоке, пять из которых уже запущены в эксплуатацию. Это уникальные суда полного производственного цикла, от вылова рыбы до ее глубокой и безотходной переработки на борту, оснащенные современным траловым оборудованием, средствами механизации и автоматизации, а также высокотехнологичным холодильным и морозильным оборудованием для переработки рыбы и хранения готовой продукции, работающим на аммиаке и углекислом газе. Проект и конструкторская документация траулеров серии СТ-192 созданы российскими Морским инженерным бюро и КБ «Вымпел» на базе проекта серии ST-192RFC норвежской компании «Skipsteknisk AS», который был существенно переработан в соответствии с требованиями Российского морского регистра судоходства [10, 11].

Другим примером развития отечественного рефрижераторного судостроения может послужить начало разработки непосредственно российскими специалистами проекта арктического транспортного рефрижератора нового типа «80 лет Победы» для перевозки рыбы и морепродуктов через Северный морской путь с Дальнего Востока в европейскую часть России, отвечающего современным требованиям и вызовам [12].

В программе строительства нового рыболовного флота России особенно заметно участие концерна GEA, сотрудничающего с нашей страной с 90-х гг. прошлого столетия и по сегодняшний день [13]. Активно работает с Россией подразделение GEA Refrigeration Technologies Marine – мировой эксперт в области промышленного холода для рыболовецких и рефрижераторных судов. Компактные каскадные холодильные системы GEA работают с использованием только природных хладагентов – аммиака и углекислого газа. Применение в каскаде CO₂/NH₃ позволяет добиваться большей суточной производительности по заморозке продукции, чем в аммиачных или фреоновых холодильных установках. Помимо установок и специально сконструированных систем охлаждения, GEA поставляет в Россию компрессоры и компрессорные установки, системы управления и другие компоненты охлаждения для применения в морских условиях. Все оборудование концерна одобрено Российским морским регистром судоходства.

На стадии становления строительства российского рефрижераторного флота РФ не прекращает работу и с зарубежными проектировщиками и производителями. С применением самых передовых технологий в 2020 г. по совместному российско-норвежскому проекту¹ на турецкой верфи Tersan завершено строительство краболова-процессора «Зенит» для ЗАО «Арктиксервис», входящего в состав Северо-Западного рыбопромышленного консорциума, на борту которого установлена экологически безопасная и энергетически эффективная холодильная система концерна GEA, эксплуатируемая с использованием аммиака. Система полностью автоматизирована с возможностью дистанционного управления и мониторинга через спутниковую связь. В ближайшие годы планируется построить еще несколько аналогичных траулеров, оснащенных холодильным оборудованием концерна GEA, но уже на территории РФ [13, 14].

По заказу камчатского рыбопромыслового предприятия ПАО «Океанрыбфлот» по проекту норвежской компании Skipsteknisk AS на турецкой верфи Tersan построен и сдан в эксплуатацию в 2021 г. супертраулер ледового класса проекта ST-191L «Георгий Мещеряков» с каскадной холодильной системой CO₂/NH₃ концерна GEA, отличающейся высокой производительностью и эффективностью. В 2022 г. для ПАО «Океанрыбфлот» построен и спущен на воду второй траулер проекта ST-191L «Владимир Бирюков» также с каскадной холодильной системой CO₂/NH₃ концерна GEA [13].

Проведенное исследование в области судового холодильного оборудования рыбной отрасли позволяет сделать следующие выводы:

- в связи со стремительным изменением климата Земли и негативными последствиями этого процесса, международными протоколами в отношении хладагентов на первое место выдвинуты экологические требования, основными критериями которых обозначены озоноразрушающий потенциал и потенциал глобального потепления;

- ни один из известных хладагентов в полной мере не отвечает всему комплексу предъявляемых требований к термодинамическим, теплофизическим, химическим, технологическим, экологическим, эксплуатационным и другим свойствам;

- наиболее экологически безопасными и энергетически эффективными для различных холодильных установок, включая судовые, на сегодняшний день общепризнаны природные хладагенты (аммиак и диоксид углерода), но процесс их производства в РФ пока находится

¹ Проектная документация судна разработана при совместном участии компаниями Skipsteknisk AS (Норвегия) и «Морское инженерное бюро» (Россия).

практически на нулевой стадии, несмотря на тенденции развития и обновления рефрижераторного флота рыбной промышленности России, отвечающего требованиям времени;

- отсутствие в России предприятий с полным циклом изготовления холодильных установок и систем, и вынужденная закупка импортного холодильного оборудования значительно увеличивает стоимость новых судов рефрижераторного флота РФ.

Из вышесказанного очевидно, что необходимость организации и становления отечественного производства как хладагентов – важнейшей составляющей холодильного оборудования, так и современных высокотехнологичных холодильных систем, явно назрела и требует незамедлительной реализации.

Список источников

1. Особенности холодильных технологий в производстве рыбной продукции / Статья подготовлена специалистами ООО «Термокул» // Всероссийский аналитический журнал «Империya холода». 2022. № 3(114). С. 46–48 [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://www.holodinfo.ru/rubrics/promyshlennyj-holod/osobennosti-holodilnyh-tehnologij-v-proizvodstve-r/?ysclid=m38oza5t4y533642098> (дата обращения : 20.10.2024).

2. Запрет фреонов [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://refeng.ru/blog/zapret-freonov/> (дата обращения : 20.10.2024).

3. Свиридов В. Судовые холодильные установки рыбопромыслового флота, 31.10.2023 [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://sea-man.org/sudovye-holodilnye-ustanovki.html#shemy-holodil-nyh-ustanovok> (дата обращения : 20.10.2024).

4. Обзор хладагентов [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL : <https://cpsmd.ru/upload/4.pdf?ysclid=m305kng71w717288146> (дата обращения : 13.03.2024).

5. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer> (дата обращения : 22.10.2024).

6. Венская Конвенция об охране озонового слоя (Вена, 22 марта 1985 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://base.garant.ru/10600103/?ysclid=m2x9k7f1yu320070926> (дата обращения : 22.03.2024).

7. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml (дата обращения : 22.10.2024).

8. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78), Приложение VI (пересмотренное) [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://docs.cntd.ru/document/499014496?ysclid=m2zu2shs4l226642132> (дата обращения : 22.10.2024).

9. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов (часть XII). Холодильные установки. Санкт-Петербург, 2023 [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://lk.rs-class.org/regbook/getDocument?type=rules3&d=9330E910-6E88-46C5-90A6-59FB36114B2D&f=2-020101-174-12> (дата обращения : 23.10.2024).

10. «Русская Рыбопромышленная Компания» продолжает обновление флота [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://russianfishery.ru/press/news/russkaya-rybopromyshlennaya-kompaniya-prodolzhaet-obnovlenie-flota-supertrawler-kapitan-yunak-spushch/> (дата обращения : 23.10.2024).

11. Траулеры проекта СТ-192 [Электронный ресурс]. URL : https://ru.ru-wiki.ru/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%80%D1%8B_%D0

%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_%D0%A1%D0%A2-192 (дата обращения : 24.10.2024).

12. Строительство рефрижераторного флота – транспортная стратегия России до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://marine.org.ru/publication/smi/15929/?ysclid=m37e06dnfo184307770> (дата обращения : 25.10.2024).

13. GEA Refrigeration Technologies: холод в море под контролем [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/12431?ysclid=m30tjonol1859730975> (дата обращения : 25.10.2024).

14. Первое в мире краболовное судно-фабрика сделано по российскому проекту [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <https://morgvesti.ru/news/1679/82431/> (дата обращения : 26.10.2024).

Сведения об авторах

Т. Е. Коршунова – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация и управление транспортом», SPIN-код: 6220-5997, AuthorID: 814437.

В. А. Колесов – бакалавр кафедры «Холодильная техника, кондиционирование и тепло-техника».

Information about the authors

T. E. Korshunova – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Operation and Management, SPIN-code: 6220-5997, AuthorID: 814437.

A. V. Kolesov – Bachelor of the Department of Air Conditioning and Heat Engineering.

Статья поступила в редакцию 17.11.2024; одобрена после рецензирования 26.11.2024; принята к публикации 26.11.2024.

The article was submitted 17.11.2024; approved after reviewing 26.11.2024; accepted for publication 26.11.2024.