

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ (ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-6-974-982

DEVELOPMENT OF A TRAINING AND LABORATORY BENCH WITH A MARINE WATER HEATER

N. E. Stepanov, E. P. Karlina, T. V. Khomenko

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

The article deals with the issues of design and construction of a laboratory stand of a ship boiler plant based on Kiturami TURBO-17 boiler, located in the laboratory "Ship Boiler and Steam Generating Plants" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State Technical University". The laboratory stand considered in the paper, made in accordance with the requirements of the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW 78), was developed for scientific research and training of students. The article presents a comparative analysis of the laboratories of higher educational institutions, graduating specialists in the specialty 26.05.06 "Operation of ship power plants". The description of the main components of the stand including its circuit diagram is given. It is noted the importance of laboratory stands, which are close to the ship's performance, for the training of specialists. It is emphasized that this laboratory installation allows to conduct laboratory and practical classes aimed at providing students with theoretical knowledge and practical skills. It is noted that graduates should know the basic principles of operation and design elements of ship power plants, including boiler plants and their servicing systems, as well as have theoretical knowledge of thermodynamics, hydromechanics, be able to carry out calculations in thermal cycles, heat transfer processes, heat balance. The developed laboratory test bench can be used in the study of disciplines "Ship Boiler and Steam Generating Units", "Operation of Ship Boiler and Steam Generating Units", "Ship Auxiliary Mechanisms, Systems and Devices", "Automated Control Systems of Ship Power Plants", as well as for scientific research. The project on creation of the laboratory stand can be implemented for training of specialists in other specialized universities of the country.

Keywords: laboratory test bench, shipboard boiler plant, VLAP 78 competencies

For citation:

Stepanov, Nikita E., E. P. Karlina and T. V. Khomenko. "Development of a test laboratory stand with a marine hot-water boiler." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 16.6 (2024): 974–982. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-6-974-982.

УДК 629.12

РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА С СУДОВЫМ ВОДОГРЕЙНЫМ КОТЛОМ

Н. Е. Степанов, Е. П. Карлина, Т. В. Хоменко

Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань, Российская Федерация

В статье рассмотрены вопросы проектирования и конструирования лабораторного стенда судовой котельной установки на базе котла Kiturami TURBO-17, установленного в лаборатории «Судовые котельные и паропроизводящие установки» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Рассматриваемый в работе лабораторный стенд, выполненный согласно требованиям Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты ПДНВ-78¹, разра-

¹ Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несению вахты 1978 г. (с поправками 2011 года).

ботан для проведения научных исследований и обучения студентов. В статье приведен сравнительный анализ лабораторий высших учебных заведений, выпускающих специалистов по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок». Приведено описание основных компонентов стенда, включая его принципиальную схему. Отмечается важное значение, которое имеют для подготовки специалистов лабораторные стенды, приближенные к судовому исполнению. Подчеркивается, что данная лабораторная установка позволяет проводить лабораторные и практические занятия, направленные на получение студентами теоретических знаний и практических навыков. Отмечается, что выпускники должны изучить основные принципы работы и элементы конструкции судовых энергетических установок, включая котельные установки и обслуживающие их системы, а также иметь теоретические знания по термодинамике, гидромеханике, уметь проводить расчеты в тепловых циклах, процессов теплоотдачи, теплового баланса. Разработанный испытательный лабораторный стенд может использоваться при изучении дисциплин «Судовые котельные и паропроизводящие установки», «Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок», «Судовые вспомогательные механизмы, системы и устройства», «Автоматизированные системы управления судовыми энергетическими установками», а также для проведения научно-исследовательских работ. Проект по созданию лабораторного стенда может быть реализован для подготовки специалистов в других профильных вузах страны.

Ключевые слова: лабораторный испытательный стенд, судовая котельная установка, компетенции ПДНВ 78.

Для цитирования:

Степанов Н. Е. Разработка испытательного лабораторного стенда с судовым водогрейным котлом / Н. Е. Степанов, Е. П. Карлина, Т. В. Хоменко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2024. — Т. 16. — № 6. — С. 974–982. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-6-974-982.

Введение (Introduction)

Подготовка высококвалифицированных кадров, имеющих теоретическую базу знаний и практических навыков, является важнейшим звеном образовательной сферы. На основании требований Международной конвенции ПДНВ «О подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года с поправками» кандидат на получение диплома вахтенного механика должен обладать компетенциями в области технического использования судовых котельных установок, включая их эксплуатацию, обслуживание и ремонт. Для этого необходимо улучшение материально-технического обеспечения высших учебных заведений, создание лабораторий, стендов и установок. Лабораторные работы, проводимые на стендах, позволяют не только закрепить полученные знания в рамках изучения дисциплин, но и получить практический опыт по конструированию, запуску и возможным неисправностям котельных установок [1].

Студенты в лице будущих судомехаников, согласно требованиям изучаемых компетенций, должны обладать знаниями по подготовке, эксплуатации, обнаружению неисправностей и мер их предотвращения в судовых котельных установках и связанных с ними устройствах. Для этого в процессе освоения дисциплин «Судовые котельные и паропроизводящие установки» и «Эксплуатация судовых и паропроизводящих установок» конструкцию судовых котлов и их систем, выполняют расчет теплового баланса, а также изучают термодинамические процессы, наглядное изучение которых возможно при проведении лабораторных работ на испытательных лабораторных стендах.

Учебно-лабораторный стенд представляет собой натуральную модель объекта эксплуатации судового исполнения. К параметрам, подлежащим регулировке и контролю нормальной работы котельной установки, можно отнести: расход, температуру, давление, уровень. Основной целью работы является создание экспериментального стенда, приближенного к судовому исполнению. В лаборатории «Судовые котельные установки и автоматика» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (далее — ФГБОУ ВО «АГТУ») был разработан лабораторный стенд с котлом корейского производства Kiturami TURBO-17. Дизельный конвекционный котел серии Kiturami нашел широкое применение на флоте, в том числе в Каспийском бассейне. Данный котел имеет одобрение со стороны Российского Квалификационного Общества (РКО), полученное на основании результатов проверок и испытаний (Сертификат № 0508-8.1-0275-20).

Методы и материалы (Methods and Materials)

При разработке лабораторного стенда были изучены лаборатории котельных установок высших учебных заведений: ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского» и ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова. В результате осмотра во время рабочей командировки 11 апреля 2024 г. в лаборатории ФГБОУ ВО «ВГУВТ» котельной установки на базе котлоагрегата КВС-200 (рис. 1) был сделан вывод о том, что данный лабораторный стенд является достаточно мощным, его КПД равен 90 %, однако запуск котла возможен в течение короткого промежутка времени ввиду отсутствия нагрузочного устройства.



Рис. 1. Экспериментальный стенд с котлоагрегатом КВС-200

В учебно-лабораторном комплексе кафедры «Судовые котельные, турбинные установки и вспомогательное энергетическое оборудование» «МГУ им. адм. Г. И. Невельского» установлен судовой автоматизированный паровой котел типа КАВ 1,6/5 с блоком автоматического управления БАУ. Для обеспечения эффективной работы котла применяются следующие системы: топливная, автоматического регулирования и подготовки питательной воды. В лаборатории «Судовые вспомогательные механизмы и котельные установки» ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова размещен имитатор судовой установки, а также топочные устройства типа «Монарх» и «Ойлон». Данные стенды предназначены для проведения испытаний студентами.

Для обучения студентов в ФГБОУ ВО «АГТУ» имеется уникальный тренажерный центр с имитацией машинного отделения ERS 5000 TechSim в составе e-Tutor 5000. Данное оборудование позволяет студентам отрабатывать навыки эксплуатации судовой энергетической установки и оценивать компетентность команды машинного отделения в соответствии с требованиями современных стандартов конвенционной подготовки [2].

Разработанный лабораторный стенд на кафедре «Эксплуатация водного транспорта и промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «АГТУ» с судовым водогрейным котлом серии Kiturami позволяет получить студентам опыт по подготовке систем и выполнить запуск котла. Для получения практических навыков по эксплуатации и обслуживанию, а также изучения необходимых материалов по оснащению систем был выполнен осмотр судовых энергетических установок судов «СРБ1» (рис. 2) и «Абескун» (рис. 3), на которых применяются котлы Kiturami.



Рис. 2. Судно «СРБ1» Tanker IMO: 7036723²



Рис. 3. Судно «Абескун» Oil Products Tanker MMSI: 273383310³

Материалы, полученные при посещении судов, и изучение опыта других учебных заведений способствовали формированию конструкции разрабатываемого лабораторного стенда. Сборка стенда выполнена в соответствии с техническим заданием на рабочий проект лаборатории, разработанного проектным бюро ООО «КБ «Флотпроект» № ФП.ЛКУ.360000.001 ТЗ от 23.05.2019 г. Разработанный стенд представляет котельную установку, в основу которого входит судовой водогрейный котел Kiturami TURBO-17 (весогабаритные показатели $352 \times 602 \times 815$ мм, масса 79 кг). КПД котла составляет 92,9 %, теплопроизводительность 19,7 кВт, рабочее давление создаваемое в системе питательной воды 2,5 бар с температурой на выходе 40 °С. Расход топлива данного котла составляет 2,15 кг/ч.

Котел располагается на фундаменте, в его состав входят: верхняя, нижняя крышка и передняя панель, образующие корпус котла. В конструкции котла предусмотрены входы и выходы двух контуров, один из которых предназначен для подачи теплоносителя в систему отопления, второй —

² СРБ-1. Проект 698, 698П, ПК698СКО. Водный транспорт.

³ Vessel Characteristics: Детали судна: ABESKUN (Oil Products Tanker). IMO 7036723MMSI 7036723Call Sign UETL. Зарегистрировано в Russia | AIS Marine Traffic.

для подогрева воды хозяйственно-бытовых нужд [3]. На передней панели котла расположен блок управления, к которому подключены датчики температуры, перегрева, низкого уровня воды. При появлении неисправностей во время эксплуатации котла: срыва пламени, температуры внутри котла, уровня воды в котле [4], сигнал с датчиков поступает в блок автоматической системы управления, которая останавливает котел. Общий вид лабораторного стенда приведен на рис. 4.



Рис. 4. Общий вид лабораторного стенда с котлом Kiturami TURBO-17

Процесс горения осуществляется с помощью турбоциклонной горелки, работающей на дизельном топливе. Конструкция топливной горелки подразумевает двойной дожиг топлива, что способствует процессу полного сгорания топлива.

Результаты (Results)

Подготовка студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» должна проводиться в соответствии с требованиями Международной конвенции ПДНВ-78. Тренажерное оборудование машинного отделения должно быть способно имитировать систему главных и вспомогательных механизмов и включать устройство котла. Студенты должны знать конструкцию котла и связанные с ним системы, а также вспомогательные механизмы. Так, на лабораторном стенде эффективность и безопасность работы котла осуществляется посредством обслуживающих его систем [5]. Принципиальная схема, выполненная согласно ГОСТ Р 58881–2020, приведена на рис. 5.

Основным элементом данного стенда является котел, работающий на дизельном топливе. Топливная система предназначена для подготовки и подачи топлива непосредственно в топку котла. Конструкция топливной системы предусматривает два варианта подачи топлива: топливо заполняется в цистерну основного запаса 3 за счет создания разрежения топливным насосом 10, топливо подается через топливный фильтр 9 к форсунке 1 или передачи топлива из цистерны основного запаса в расходную цистерну 2 и затем к форсунке котла через топливный фильтр. Дыхательный клапан 5 предназначен для уменьшения объемов испарения топлива в процессе хранения. Теплоноситель через трубопровод 10Т за счет циркуляционного насоса 8 поступает из цистерны питательной воды 4 на тепловодяной вентилятор 6, система замкнута. Для предотвращения разрыва трубопровода из-за создаваемого в контуре давления в системе находится расширительный бак 7.

Контур горячей воды, поступающей по трубопроводу 1Г, проходит через теплообменник, и горячая вода направляется к потребителям. На стенде данный контур не используется. Отработавшие газы, полученные в результате сгорания топлива, направляются через трубопровод 29 в атмосферу. В системе газовыпускного тракта установлен штатный термометр, предназначенный для измерения температура газов на выходе [6].

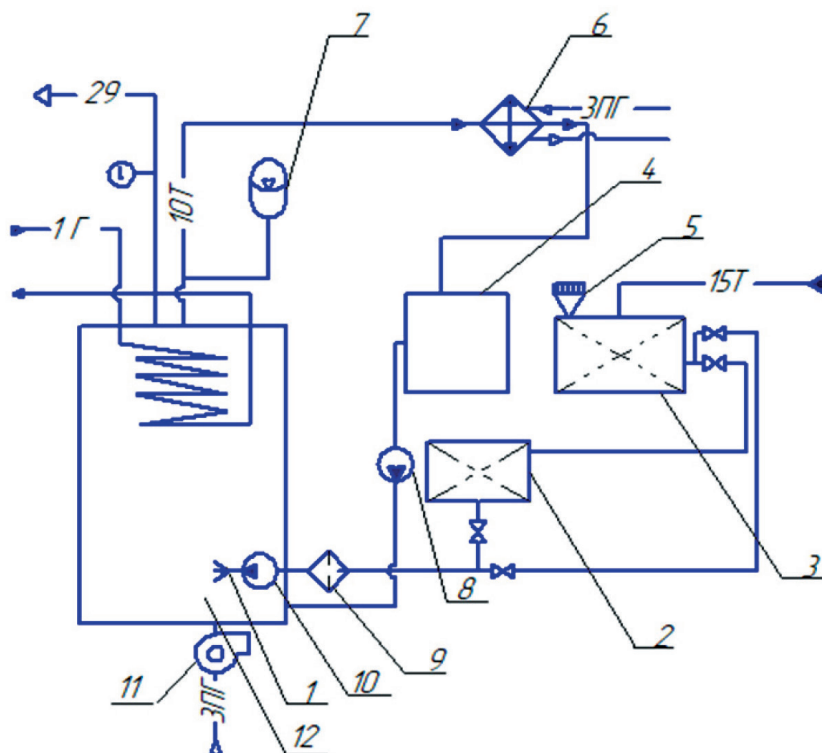


Рис. 5. Принципиальная схема испытательного лабораторного стенда⁴:

- 1 — топливная форсунка; 2 — расходная топливная цистерна;
- 3 — цистерна основного запаса топлива; 4 — цистерна питательной воды;
- 5 — дыхательный клапан; 6 — тепловодяной вентилятор;
- 7 — расширительный бак; 8 — насос питательной воды;
- 9 — топливный фильтр; 10 — топливный плунжерный насос;
- 11 — вентилятор; 12 — котел Kiturami TURBO-17

В качестве нагрузочного устройства был выбран тепловентилятор Ballu ВНР-W4–15-S НС, предназначенный для отбора тепла водяного контура котла. Теплоноситель охлаждается в радиаторе тепловентилятора за счет создаваемого потока воздуха со стороны вентилятора охлаждения [7].

На сегодняшний день, готовы материалы к лабораторной работе для студентов направления подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» на тему «Изучение конструкции судового котла KITURAMI TURBO 17⁵ и его эксплуатация» по дисциплине «Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок». Для проведения лабораторной работы «Тепловой расчет судового котла KITURAMI TURBO 17» стенд оснащен датчиками давления, температуры, расхода [8].

Также для получения студентами навыков, связанных с подготовкой котловой и питательной воды, система контроля качества питательной воды с определением параметров: водородный показатель рН, прозрачность, щелочность, температура [9].

⁴ ГОСТ Р 58881–2020. Обозначения условные графические в схемах судовых систем и систем энергетических установках. Изд. офиц. М.: Стандартинформ, 2020.

⁵ Паспорт котла. Судовой водогрейный котел двухконтурный для дизельного топлива. https://kiturami.nt-rt.ru/images/manuals/2kiturami_turbo_rukovodstvo.pdf.

Обсуждение (Discussion)

Представленный в работе испытательный лабораторный стенд с судовым водогрейным котлом является перспективной формой приобретения практических навыков в процессе подготовки высококвалифицированных кадров в области эксплуатации и обслуживания судовых энергетических установок, а также вспомогательных механизмов, систем и устройств. Проведение лабораторных испытаний позволяет отработать со студентами ряд компетенций по изучению конструкции, порядка запуска судовой котельной установки, проведении теплового расчета. Дальнейшее развитие лабораторного стенда можно осуществлять за счет усовершенствования конструкции и оснащения его контрольно-измерительными приборами с выводением параметров на индикаторную панель управления [10]. В рамках проведения научно-исследовательских работ можно рассмотреть направление в области «зеленой повестки», подразумевающее модернизацию топливной системы и запуск котла на альтернативных видах топлива для приведения к нулевому выбросу углерода [11], [12].

Заключение (Conclusion)

Разработка испытательного лабораторного стенда с судовым водогрейным котлом представляет собой важный шаг в подготовке специалистов в области судовых энергетических установок. Данный стенд, в отличие от установленных в других вузах, имеет малые весогабаритные показатели, портативный, его можно переместить без затруднений в другую лабораторию. Данный лабораторный стенд позволяет студентам ознакомиться с конструкцией и эксплуатационными характеристиками, а также способствует углубленному пониманию термодинамических процессов и систем теплообмена. В дальнейшем планируется оснащение стенда современными датчиками контроля температуры, давления контура теплоносителя газовойпускного тракта. Кроме того, предполагается использование испытательного лабораторного стенда для исследования работы котла на альтернативных видах топлива, сравнение полученных характеристик и проведение оценки эмиссии состава отработавших газов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Суменков В. М.* Результаты оптимизационного проектирования судовых котельных установок / В. М. Суменков, Л. И. Сень // Судостроение. — 2010. — № 1(788). — С. 12–44. — EDN LABWDH.
2. *Бурков Д. Е.* Применение судовой информационной системы для контроля и мониторинга технического состояния судового оборудования / Д. Е. Бурков // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. — 2023. — Т. 15. — № 5. — С. 893–902. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-5-893-902. — EDN PTAFT.
3. *Ведрученко В. Р.* Разработка схем и выбор энергосберегающих технологий при проектировании и эксплуатации отопительных котельных / В. Р. Ведрученко, А. Ю. Финиченко, М. В. Глухова [и др.] // Энергосбережение и водоподготовка. — 2022. — № 5(139). — С. 19–22. — EDN GYXJJP.
4. *Чичурин А. Г.* Надежность котельной установки судна / А. Г. Чичурин // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. — 2013. — № 37. — С. 179–183. — EDN TFYMFJ.
5. *Даниловский А. Г.* Анализ методов повышения эффективности судовой вспомогательной котельной установки / А. Г. Даниловский, А. А. Иванченко, Мью Чжо Ту // Журнал университета водных коммуникаций. — 2012. — № 3. — С. 87–94. — EDN PCREIN.
6. *Бразновский В. К.* Анализ качества эксплуатации вспомогательных котельных установок судов флота рыбной промышленности / В. К. Бразновский, В. Т. Томилко // Балтийский морской форум: материалы VI Международного Балтийского морского форума, в 6 т., Калининград, 03–06 сентября 2018 года. — Т. 2. — Калининград, 2018 — С. 262–268. — EDN YWCKRN.
7. *Архипов Г. А.* Повышение тепловой экономичности судовой вспомогательной котельной установки / Г. А. Архипов, А. Г. Даниловский, П. А. Пьяэ // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, Санкт-Петербург, 11–15 апреля 2016 года. — СПб., 2016. — С. 21–30. — EDN WNMKQV.
8. *Вышегородский С. В.* Новая методология оперативного контроля водно-химического режима судовых котельных установок и средства его обеспечения / С. В. Вышегородский, В. М. Пчелинцев // Труды Цен-

трального научно-исследовательского института им. академика А. Н. Крылова. — 2005. — № 22(306). — С. 63–74. — EDN JKGWIJ.

9. Марков В. А. Токсичность отработавших газов дизелей / В. А. Марков, Р. М. Баширов, И. И. Габитов, В. Г. Кислов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. — 376 с.

10. Беляев И. Г. Автоматизация процессов в судовой энергетике: учеб. пособие для вузов / Под ред. В. Н. Слесаренко / И. Г. Беляев, В. И. Седых, В. Н. Слесаренко. — М.: Транспорт, 2000. — 395 с.

11. Данилов В. С. Оценка эффективности различных схем утилизации тепла в судовых дизельных установках / В. С. Данилов // Двигателестроение. — 1984. — № 9. — С. 12–15.

12. Панасенко А. А. Повышение тепловой эффективности рабочих процессов в котельных установках / А. А. Панасенко, В. Н. Слесаренко // Повышение надежности судового оборудования: сб. науч. тр. / Отв. ред. Л. Б. Леонтьев. — Владивосток: МГУ, 2002. — С. 105–109.

REFERENCES

1. Sumenkov, V. M. and L. I. Sen «Rezultaty optimizatsionnogo proektirovaniya sudovykh kotelnykh ustanovok.» *Sudostroenie* 1(788) (2010): 12–44.

2. Burkov, D. E. “Primenenie sudovoy informatsionnoy sistemy dlya kontrolya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya sudovogo oborudovaniya.” *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admiral S. O. Makarova* 15.5 (2023): 893–902. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-5-893-902.

3. Vedruchenko, V. R., A. Yu. Finichenko and M. V. Glukhova et al. “Razrabotka skhem i vybor energosberegayushchikh tekhnologiy pri proektirovanii i ekspluatatsii otopitelnykh kotelnykh.” *Energoberezhenie i vodoraznaya podgotovka* 5(139) (2022): 19–22.

4. Chichurin, A. G. “Nadezhnost kotelnoj ustanovki sudna.” *Vestnik Volzhskoy gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta* 37 (2013): 179–183.

5. Danilovskij, A. G., A. A. Ivanchenko and Mo Chzho Tu “Analiz metodov povysheniya effektivnosti sudovoy vspomogatelnoj kotelnoj ustanovki.” *Zhurnal universiteta vodnykh kommunikatsij* 3 (2012): 87–94.

6. Braznovskij, V. K. and V. T. Tomilko “Analiz kachestva ekspluatatsii vspomogatelnykh kotelnykh ustanovok sudov flota rybnoj promyshlennosti.” *Baltiyskij morskoy forum: materialy VI Mezhdunarodnogo Baltijskogo morskogo foruma, v 6 tomakh, Kaliningrad, 03–06 sentyabrya 2018 goda. Tom 2.* Kaliningrad: Kaliningradskij gosudarstvennyy tekhnicheskij universitet, 2018: 262–268.

7. Arkhipov, G. A., A. G. Danilovskij and P. A. Pyae «Povyshenie teplovoj ekonomichnosti sudovoy vspomogatelnoj kotelnoj ustanovki.» *Sbornik nauchnykh trudov professorsko-prepodavatelskogo sostava Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S. O. Makarova: Sbornik nauchnykh statej, Sankt-Peterburg, 11–15 aprelya 2016 goda.* Sankt-Peterburg: Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya Gosudarstvennyy universitet morskogo i rechnogo flota im. admiral S. O. Makarova, 2016: 21–30.

8. Vyshegorodskij, S. V. and V. M. Pchelintsev «Novaya metodologiya operativnogo kontrolya vodno-khimicheskogo rezhima sudovykh kotelnykh ustanovok i sredstva ego obespecheniya.» *Trudy Tsentralnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta im. akademika A. N. Krylova* 22(306) (2005): 63–74.

9. Markov, V. A. P. M. Bashirov, I. I. Gabitov and V. G. Kislov *Toxicity of diesel engines exhaust gases.* 2nd edition, revision and supplement. M.: Bauman MSTU Publishing House, 2002.

10. Belyaev, I. G., V. I. Sedykh and V. N. Slesarenko *Automation of processes in ship power engineering. Textbook for higher educational institutions.* Edited by Slesarenko V. N. Moscow: Transport, 2000.

11. Danilov, B. C. “Ocenka effektivnosti razlichnykh skhem utilizatsii tepla v sudovykh dizel'nykh ustanovkah.” *Engine-building* 9 (1984): 12–15.

12. Panasenka, A. A. and V. N. Slesarenko “Increase of thermal efficiency of working processes in boiler installations.” *Increase of ship equipment reliability: Collection of scientific articles. Marine State University* Edited by L. B. Leontiev. Vladivostok: MSU, 2002: 105–109.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Степанов Никита Евгеньевич — ассистент кафедры «Эксплуатация водного транспорта и промышленное рыболовство», Астраханский государственный технический университет e-mail: nikita342.st@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Stepanov Nikita E. — Assistant of the Department “Operation of water transport and industrial fishery”, Astrakhan State Technical University. e-mail: nikita342.st@gmail.com

Карлина Елена Прокофьевна —

доктор экономических наук; профессор кафедры
«Производственный менеджмент», Астраханский
государственный технический университет
e-mail: e_karlina@list.ru

Хоменко Татьяна Владимировна —

доктор технических наук, профессор кафедры
«Высшая и прикладная математика»,
Астраханский государственный
технический университет
e-mail: t_v_khomenko@mail.ru

Karlina Elena Prokofievna —

Doctor of Economics; Professor of the Department
of Production Management,
Astrakhan State Technical University
e-mail: e_karlina@list.ru

Khomenko Tatyana Vladimirovna —

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of Higher
and Applied Mathematics,
Astrakhan State Technical University.
e-mail: t_v_khomenko@mail.ru

Статья поступила в редакцию 29 октября 2024 г.

Received: Oct. 29, 2024.