

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЛАБОРАТОРИИ СУДОВЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СУДОВЫХ МЕХАНИКОВ В ФГБОУ ВО «АГТУ»

М. Н. Покусаев, С. В. Виноградов, К. О. Сибряев, М. М. Горбачев

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

Рассматриваются функциональные возможности, технические характеристики и состав стендов лаборатории судовых вспомогательных механизмов, которая была создана на кафедре «Эксплуатация водного транспорта» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (АГТУ) для обучения судовых механиков. Лаборатория позволяет получить студентам профессиональные компетенции в следующих областях знаний судового механика: судовые турбомашин, судовые вспомогательные механизмы и системы, автоматические системы управления, эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок и др. Представлены фотоснимки лабораторных стендов по испытаниям судовой рулевой машины Р01 и якорно-швартовного шпиля ЯШ-2Р, судового вентилятора РСС-6,3/10, турбокомпрессора ТКР-700, шестеренного топливного насоса Ш5-25-3Б, макета газотурбинного генератора ТГ-16М, газотурбинного двигателя ГТД-16М. Использование лабораторных стендов судовых вспомогательных механизмов и систем способствует не только закреплению теории, но и получению новых практических знаний по конструкции, принципу работы и эксплуатации судовой рулевой машины, палубных механизмов, систем вентиляции, шестеренных насосов, турбокомпрессоров и т. д. Отмечено, что все лабораторные установки, за исключением модели ГД-ИН (установки для исследования работы насосов и построения напорно-расходных характеристик), разработаны и смонтированы студентами и преподавателями на базе судового реального оборудования. Испытания в лаборатории проходят на основании нормативно-технических документов: правил Российского морского регистра судоходства, инструкций по эксплуатации механизмов, соответствующих ГОСТов, руководящих и нормативных документов. Создание лаборатории вспомогательных механизмов и систем, увеличение количества часов практических и лабораторных занятий при подготовке судовых механиков в АГТУ осуществлялось в соответствии с требованиями нового образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования и Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДНВ с манильскими поправками).

Ключевые слова: обучение судовых механиков, учебная лаборатория, судовое оборудование, учебный стенд-макет, испытания на стенде.

Для цитирования: Покусаев М. Н., Виноградов С. В., Сибряев К. О., Горбачев М. М. Опыт создания лаборатории судовых вспомогательных механизмов для обучения судовых механиков в ФГБОУ ВО «АГТУ» // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2020. № 1. С. 22–30. DOI: 10.24143/2073-1574-2020-1-22-30.

Введение

Обучение судовых механиков производится согласно требованиям российских и международных стандартов, в соответствии с положениями Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (МК ПДНВ) [1], которая разработана под эгидой Международной морской организации (ИМО) [2]. Согласно МК ПДНВ одним из методов демонстрации компетентности, которая получена судовым механиком при обучении, является подготовка с использованием лабораторного оборудования. Это теоретические и практические знания конструкции и эксплуатации судового энергетического оборудования, например в сфере эксплуатации главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.

Состав лаборатории судовых вспомогательных механизмов

Для охвата наибольшего количества компетенций МК ПДНВ, которыми должен обладать судоводитель после обучения, а также соответствия требованиям нового стандарта высшего образования ФГОС 3++ в состав созданной лаборатории судовых вспомогательных механизмов

кафедры «Эксплуатация водного транспорта» ФГБОУ ВО «АГТУ» вошли следующие лабораторные и учебные стенды:

- стенд по испытаниям судовой рулевой машины Р01;
- стенд по испытаниям якорно-швартовного шпиля ЯШ-2Р;
- стенд по испытаниям судового вентилятора РСС-6,3/10;
- стенд по испытаниям насоса охлаждения типа ВКС 1/16;
- стенд по испытаниям шестеренного насоса Ш5-25-3Б;
- стенд по измерению вибрации ротора турбокомпрессора РДН-16;
- стенд по испытаниям турбокомпрессора типа ТКР-700;
- лабораторная установка для исследования работы насосов и построения напорно-расходных характеристик, модель ГД-ИН;
- учебный стенд-макет: газотурбинный генератор ТГ-16М;
- учебный стенд-макет: турбокомпрессор типа РДН-16;
- учебный стенд-макет: вертикальный грузовой насос;
- учебный стенд-макет: газотурбинный двигатель ГТД-16М.

Подобный состав оборудования позволяет охватить следующие области профессиональных знаний судового механика: судовые турбомашин, судовые вспомогательные механизмы и системы, автоматические системы управления, эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок и др.

Необходимо отметить, что из перечисленного списка только лабораторная установка ГД-ИН приобреталась в качестве готового технического решения, остальные создавались своими силами (студентов и преподавателей) на базе судового реального оборудования.

Далее мы рассмотрим основное оборудование лаборатории и возможности, которые она предоставляет для обучения студентов.

Контрольно-измерительные приборы

Для проведения измерений на лабораторных стендах используются как штатные контрольно-измерительные приборы самих механизмов, так и дополнительные: дифференциальный манометр Testo 510; барометр RST05XXX; цифровой анемометр Union GM8901; виброметр AR63A; шумомер Uniontest SM135; цифровой тахометр DT6236B; измерительный комплекс виброметр-шумомер «Экофизика-110» и др.

Стенды по испытаниям судовой рулевой машины Р01 и якорно-швартовного шпиля ЯШ-2Р

Данные стенды выполнены на одном фундаменте и монтажной раме, поэтому далее рассматриваются нами вместе (рис. 1).

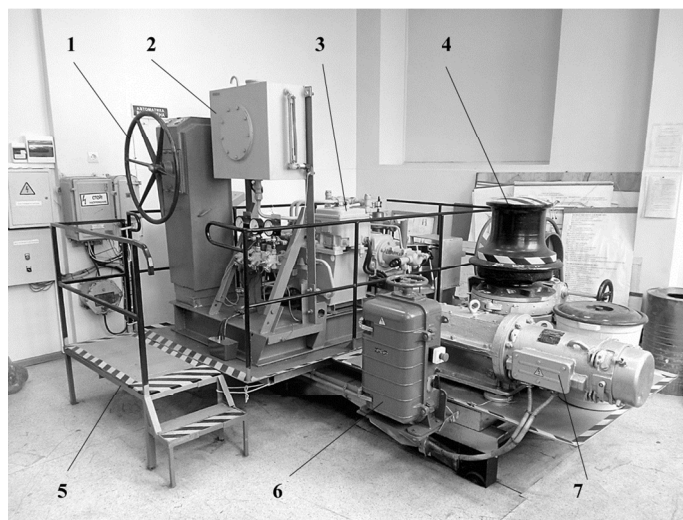


Рис. 1. Лабораторные стенды по испытаниям судовой рулевой машины Р01 и якорно-швартовного шпиля ЯШ-2Р: 1 – аварийный пост управления; 2 – аварийный масляный бак; 3 – местный пост управления; 4 – турачка шпиля; 5 – площадка для персонала; 6 – пост управления шпилем; 7 – электродвигатель привода шпиля

Стенды являются наиболее энергоемким оборудованием лаборатории, требуют питания 380 В переменного тока, заземления и электрической мощности на рулевой машине – 1,0 кВт, а на якорно-швартовном шпиле ЯШ-2Р – 3,6 кВт, поэтому не запускаются одновременно. Стенды позволяют, помимо подробного изучения студентами конструкции судового оборудования, провести испытания рулевой машины и шпиля в соответствии с требованиями ГОСТ 9891-76 «Шпили швартовные с электрическим и гидравлическим приводом. Типы, основные параметры, технические требования и правила приемки (с изменениями от 21.12.2017 г.)» [3], ГОСТ Р ИСО 4051-2005 «Судостроение. Суда внутреннего плавания. Значения крутящих моментов рулевых машин» [4], Российского морского регистра судоходства (РМРС) [5], инструкций по эксплуатации «Шпили якорно-швартовные с электрическим приводом ЯШ-1, ЯШ-2, ЯШ-3: техническое описание и инструкция по эксплуатации» [6], «Программа и методика приемо-сдаточных и периодических испытаний серийных рулевых машин Р01-Р09» [7] и других документов. При создании стенда по испытаниям рулевой машины сотрудники кафедры провели технические консультации с предприятием АО «Завод им. Гаджиева» (г. Махачкала).

На стенде по испытаниям рулевой машины, включая нагрузочное устройство баллера (выполнено на базе пневматических амортизаторов), измеряются время перекладки баллера, давление в гидроцилиндрах, уровень вибрации на болтах крепления гидравлического насоса и другие параметры. На стенде по испытаниям шпиля измеряются скорость вращения турочки, тяговое усилие шпиля, вибрация на различных элементах шпиля и т. д. Возможность изменений позволяет проводить не только практические занятия, но и лабораторные работы, которые имеются в планах профильных дисциплин для обучения судовых механиков. Для стенда по испытаниям рулевой машины Р01 разработана и создана электронная система контроля давления в гидроцилиндрах и угла поворота баллера, которая позволяет использовать ноутбук с программным обеспечением для практических и лабораторных работ.

Стенд по испытаниям судового вентилятора РСС-6,3/10

Для изучения судовых систем кондиционирования и вентиляции, а также моделирования подачи воздуха в топку судового котла, в зависимости от его режима работы, в созданной лаборатории разработан стенд с вентилятором РСС-6,3/10, одобренным РМРС (рис. 2).

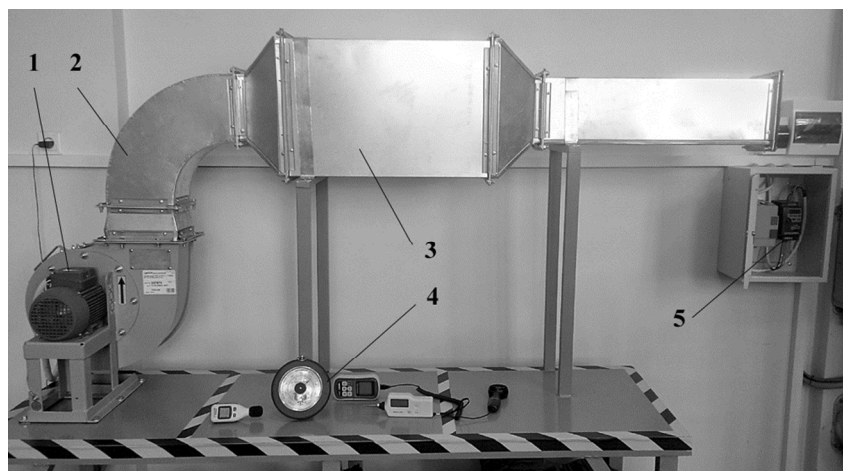


Рис. 2. Лабораторный стенд по испытаниям судового вентилятора РСС-6,3/10:

- 1 – вентилятор РСС 6,3/10; 2 – воздуховод; 3 – расширение воздуховода;
4 – контрольно-измерительные приборы; 5 – цифровой инвертор INNOVERT ISD mini ISD152M21B для регулирования частоты вращения вентилятора

Особенностью стенда является наличие цифрового инвертора, регулирующего частоту вращения электродвигателя, что позволяет измерять параметры вентилятора не только на номинальном, но и на долевых режимах. Помимо такого способа регулирования, используется задвижка в воздуховоде для изменения его проходного сечения и расширения возможных вариантов расхода воздуха и, соответственно, условий проведения лабораторных работ. Стенд позволяет проводить лабораторные работы по оценке подачи и напора вентилятора, его КПД и дру-

гих параметров в соответствии с требованиями Правил РМРС [5], ГОСТ 27925-88 «Характеристики рабочие и конструкция электрических вентиляторов и регуляторов скорости к ним» [8], руководством по эксплуатации радиальных судовых вентиляторов [9].

Стенд по испытаниям турбокомпрессора ТКР-700

Данный стенд позволяет студентам изучить принцип турбонаддува судового дизеля и снять рабочие характеристики газотурбинного нагнетателя без необходимости запуска лабораторного дизеля, т. е. без использования горюче-смазочных материалов и проведения дополнительных технических процедур (рис. 3).



Рис. 3. Лабораторный стенд по испытаниям турбокомпрессора ТКР-700:

- 1 – стол-фундамент; 2 – выхлопная труба; 3 – шкаф системы электронного контроля;
- 4 – напорно-гравитационный бачок системы смазки; 5 – электрический шкаф подключения системы управления и стенда; 6 – датчик температуры газов; 7 – горячая воздуходувка;
- 8 – электрические розетки 220 В для подключения воздуходувки и дополнительного оборудования;
- 9 – воздуходувка; 10 – электрический автомат защиты; 11 – блок питания;
- 12 – цифровой тахометр; 13 – блок преобразователя интерфейсов; 14 – контроллер;
- 15 – панель оператора (тыльная часть); 16 – блок крепления сигнальной лампы;
- 17 – блок крепления рукоятки переключения; 18 – панель оператора (фронтальная часть);
- 19 – сигнальная лампа работы системы контроля; 20 – рукоятка включения системы контроля параметров; 21 – шкаф размещения элементов системы контроля параметров;
- 22 – циркуляционный масляный насос; 23 – приемный масляный бачок; 24 – трубопровод масла от турбокомпрессора; 25 – турбокомпрессор ТКР-700; 26 – оптический датчик частоты вращения;
- 27 – датчик давления наддува

Имитацию подачи горячих газов от дизеля на турбину выполняют промышленный фен Steinel HG2220E с температурой нагрева воздуха до +630 °С и промышленная воздуходувка STIHL модели BGE-71 с номинальным расходом воздуха 670 м³/ч. Это позволяет достичь в ходе испытаний частоты вращения ротора 4 500 об/мин, что дает возможность оценить наддув и расход воздуха турбокомпрессора. Для обеспечения надежности работы турбокомпрессора и охлаждения его подшипникового узла на стенде установлена напорно-гравитационная система смазки. Испытания турбокомпрессора производятся на основании следующих нормативно-технических документов: Правила РМРС [5], «Паспорт турбокомпрессора ТКР-700. Спецпредприятие по производству турбокомпрессоров «Дизель Турбо» [10], ГОСТ-Р-53637-2009 «Турбокомпрессоры автотракторные. Общие технические требования и методы испытаний» [11] и др.

Стенд по испытаниям шестеренного насоса Ш5-25-3Б

Лабораторный стенд (рис. 4) позволяет производить испытания шестеренного насоса Ш5-25-3Б, который входит в состав топливных систем судовых дизелей и котлов, а кроме того, помогает студентам изучить принципиальную схему и конструкцию топливной системы судового котла.

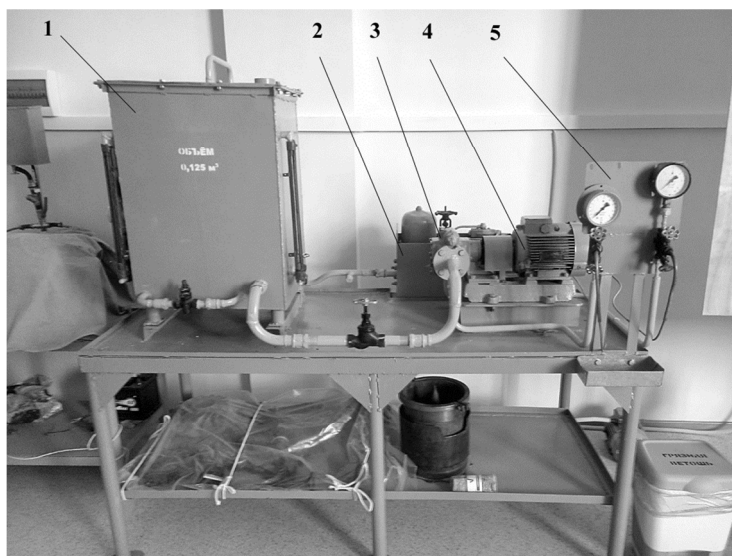


Рис. 4. Лабораторный стенд по испытаниям шестеренного топливного насоса:
1 – топливный бак; 2 – блок с фильтром и центрифугой; 3 – шестеренный насос Ш5-25-3Б;
4 – электрический двигатель привода насоса;
5 – панель контрольно-измерительных приборов (манометр и вакуумметр)

Испытания шестеренного насоса производятся в соответствии с нормативно-техническими документами: ГОСТ 14658-86 «Насосы объемные гидроприводов. Правила приемки и методы испытаний» [12], «Насосы шестеренные типа НМШ (Ш) и агрегаты электронасосные на их основе: руководство по эксплуатации Н42.878.00.000 РЭ» [13], Правила РМРС [14].

Учебный стенд-макет: газотурбинный генератор ТГ-16М

При обучении механиков в области судовых турбомашин затруднительно иметь работающие газовые или паровые турбины, поэтому для закрепления теоретических сведений о конструкции турбин и турбогенераторов могут использоваться учебные стенды-макеты, например газотурбинного генератора ТГ-16М (рис. 5).

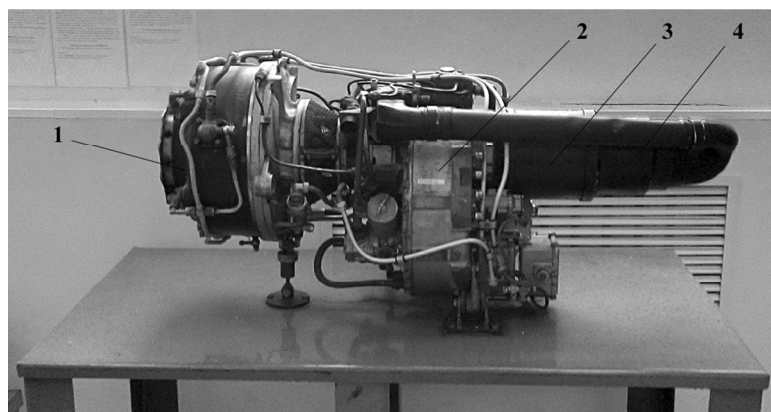


Рис. 5. Учебный стенд-макет: газотурбинный генератор ТГ-16М:
1 – газотурбинный двигатель ГТД-16М;
2 – редуктор для снижения частоты вращения генератора
и привода вспомогательных механизмов; 3 – генератор-стартер ГС-24А;
4 – система воздушного охлаждения генератора-стартера

Поскольку газотурбинные установки судового исполнения идентичны ТГ-16М, они позволяют студентам получить практическую подготовку в области конструкции и эксплуатации морских турбогенераторов и их систем. Для пояснения конструкции газотурбинного двигателя и принципа его работы используется дополнительный учебный стенд-макет (рис. 6).

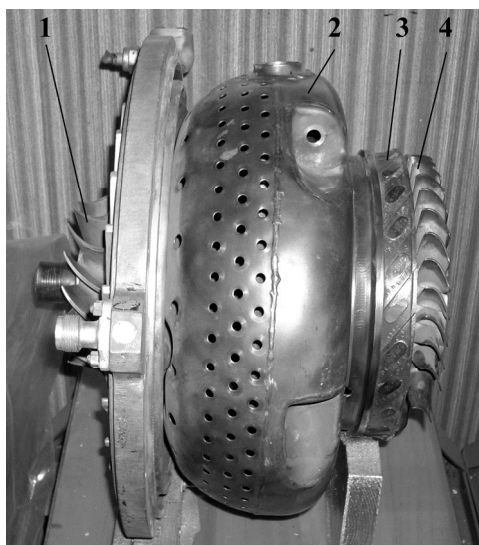


Рис. 6. Учебный стенд-макет: газотурбинный двигатель ГТД-16М:
1 – центробежный компрессор; 2 – камеры сгорания;
3 – сопловой аппарат; 4 – газовая турбина

Преимущество использования макетов по сравнению с учебными плакатами и текстовыми описаниями заключается в наглядном представлении студентами конструкции сложных судовых механизмов и систем.

Выводы

1. Увеличение количества часов практических и лабораторных занятий при подготовке судовых механиков согласно требованиям нового образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования и МК ПДНВ приводит к необходимости создания лабораторий не только основного судового оборудования (тепловых двигателей), но и вспомогательных механизмов и систем.

2. Применение даже учебных макетов (не работающих, но сохранивших конструкцию судового оборудования) позволяет повысить эффективность восприятия и закрепления теоретических знаний, по сравнению с использованием литературы и плакатов.

3. Наиболее эффективным является создание установок и лабораторных стендов с использованием реального оборудования, испытываемых в соответствии с действующей нормативно-технической базой и требованиями Правил РМРС.

4. При создании подобных лабораторий возможна модернизация уже имеющегося на кафедрах материально-технического обеспечения с установкой на оборудовании современных систем контроля параметров с выводом данных на ноутбуки и мониторы для соответствия современным реальным судовым энергетическим установкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДНВ)*. Лондон: CPI Books Limited, 2011. 425 с.
2. *Официальный сайт Международной морской организации*. URL: <http://www.imo.org> (дата обращения: 20.09.2019).
3. *ГОСТ 9891-76*. Шпильи швартовные с электрическим и гидравлическим приводом. Типы, основные параметры, технические требования и правила приемки (с изм. от 21.12.2017 г.). М.: Изд-во стандартов, 1998. 10 с.
4. *ГОСТ Р ИСО 4051-2005*. Судостроение. Суда внутреннего плавания. Значения крутящих моментов рулевых машин. М.: Стандартинформ, 2005. 4 с.

5. *Механизмы* // Правила классификации и постройки морских судов. СПб.: Изд-во РМРС, 2019. Ч. IX. 138 с.
6. *Штили* якорно-швартовные с электрическим приводом ЯШ-1, ЯШ-2, ЯШ-3: техническое описание и инструкция по эксплуатации. 223-99.1255 ТО. 39 с.
7. *Программа* и методика приемо-сдаточных и периодических испытаний серийных рулевых машин Р01-Р09. № 234-292.352ПМ. Махачкала: АО «Завод им. Гаджиева», 1981. 15 с.
8. *ГОСТ 27925-88*. Характеристики рабочие и конструкция электрических вентиляторов и регуляторов скорости к ним. М.: Изд-во стандартов, 1997. 22 с.
9. *Вентиляторы* радиальные судовые ИНБА 333.00.00.000 РЭ. ВЕЗА: рук. по эксплуатации. 2018. 27 с. URL: <http://www.veza.ru/docs/instrukcii/> (дата обращения: 21.09.2019).
10. *Паспорт* турбокомпрессора ТКР-700. Спецпредприятие по производству турбокомпрессоров «Дизель Турбо», 2018. 12 с.
11. *ГОСТ-Р-53637-2009*. Турбокомпрессоры автотракторные. Общие технические требования и методы испытаний. М.: Стандарт, 2010. 10 с.
12. *ГОСТ 14658-86*. Насосы объемные гидроприводов. Правила приемки и методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1990. 14 с.
13. *Насосы* шестеренные типа НМШ (Ш) и агрегаты электронасосные на их основе: рук. по эксплуатации Н42.878.00.000 РЭ. ОАО «Ливгидромаш», 2015. 34 с. URL: http://www.hms-livgidromash.ru/upload/iblock/1de/pasport_rukovodstvo_nasos_NMSH_878.000.00_Ex.pdf (дата обращения: 22.09.2019).
14. *Системы* и трубопроводы // Правила классификации и постройки морских судов. СПб.: Изд-во РМРС, 2019. Ч. VIII. 149 с.

Статья поступила в редакцию 14.10.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Покусаев Михаил Николаевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой эксплуатации водного транспорта; evt@astu.org.

Виноградов Сергей Владимирович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; профессор кафедры эксплуатации водного транспорта; evt@astu.org.

Сибряев Константин Олегович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры эксплуатации водного транспорта; evt@astu.org.

Горбачев Максим Михайлович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук; доцент кафедры эксплуатации водного транспорта; max9999_9@mail.ru.



EXPERIENCE IN CREATING LABORATORY OF SHIP AUXILIARY MECHANISMS FOR TRAINING MARINE ENGINEERS IN ASTRAKHAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY

M. N. Pokusaev, S. V. Vinogradov, K. O. Sibryaev, M. M. Gorbachev

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The article focuses on the functional capabilities, technical characteristics and bench composition of the laboratory of ship auxiliary mechanisms, which was created at the Department of Operation of Water Transport at the Astrakhan State Technical University (ASTU) for training

marine engineers. The laboratory provides the students with professional competencies in such aspects of the mechanical engineer's operation as ship turbo machines, ship auxiliary mechanisms and systems, automatic control systems, operation of ship boiler rooms and steam generating plants, etc. There have been presented the pictures of laboratory test benches for testing the P01 ship steering machine and ЯИИ-2Р anchor mooring pin, РСС-6.3/10 ship fan, ТКР-700 turbo compressor, gear fuel pump ИИ5-25-3Б, prototypes of ТГ-16М gas turbine generator and ГТД-16М gas turbine engine. Using the laboratory test benches for auxiliary mechanisms and systems helps to both consolidate the theory and gain the new practical knowledge on the design, operation principles and testing skills of the ship steering machine, deck equipment, ventilation systems gear pumps, turbochargers, etc. It has been stated that all the laboratory facilities, except for the GD-IN model (facilities for studying the pump operation and constructing pressure-flow characteristics), were developed and assembled by the students and teachers on the basis of the real ship equipment. The laboratory tests are based on regulatory and technical documents: the rules of the Russian Maritime Register of Shipping, machine operating instructions, relevant GOSTs, guidance and regulatory documents. Building the laboratory of auxiliary mechanisms and systems and optimizing the time for practical and laboratory training of ship mechanical engineers at ASTU were carried out in accordance with the requirements of the new educational standard GEF 3++ of higher education and the International Convention on Training and Certification of Sailors and Watchkeeping (The Manila amendments to the STCW Convention and Code).

Key words: training ship mechanical engineers; training laboratory; ship equipment, simulator stand, test bench.

For citation: Pokusaev M. N., Vinogradov S. V., Sibryaev K. O., Gorbachev M. M. Experience in creating laboratory of ship auxiliary mechanisms for training marine engineers in Astrakhan State Technical University. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies*. 2020;1:22-30. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-1574-2020-1-22-30.

REFERENCES

1. *Mezhdunarodnaya konvenciya o podgotovke i diplomirovanii moryakov i nesenii vahty (PDNV)* [International Convention on Training and Certification of Seafarers and Watchkeeping]. London, CPI Books Limited, 2011. 425 p.
2. *Oficial'nyj sajt Mezhdunarodnoj morskoy organizacii* [Official website of the International Maritime Organization]. Available at: <http://www.imo.org> (accessed: 20.09.2019).
3. *GOST 9891-76. Shpili shvartovnye s elektricheskim i gidravlicheskim privodom. Tipy, osnovnye parametry, tekhnicheskie trebovaniya i pravila priemki (s izmeneniyami ot 21.12.2017 g.)* [GOST 9891-76. Mooring spiers with electric and hydraulic drive. Types, basic parameters, technical requirements and acceptance rules (as amended on 12/21/2017)]. Moscow, Izd-vo standartov, 1998. 10 p.
4. *GOST R ISO 4051-2005. Sudostroenie. Suda vnutrennego plavaniya. Znacheniya krutyashchih momentov rulevyh mashin* [GOST R ISO 4051-2005. Shipbuilding. Inland navigation vessels. Steering torque values]. Moscow, Standartinform Publ., 2005. 4 p.
5. *Mekhanizmy. Pravila klassifikacii i postrojki morskikh sudov* [Mechanisms. Rules for classification and construction of ships]. Saint-Petersburg, Izd-vo RMRS, 2019. Part IX. 138 p.
6. *Shpili yakorno-shvartovnye s elektricheskim privodom YaSh-1, YaSh-2, YaSh-3: tekhnicheskoe opisanie i instrukciya po ekspluatcii* [Anchor capstans with electric drives YaSh-1, YaSh-2, YaSh-3: technical description and instruction manual]. 223-99.1255 TO. 39 p.
7. *Programma i metodika priemo-sdatochnyh i periodicheskikh ispytanij serijnyh rulevyh mashin R01-R09. № 234-292.352PM* [Program and methodology of acceptance tests and operation tests of serial steering machines P01-P09. No. 234-292.352PM]. Mahachkala, AO «Zavod im. Gadzhieva», 1981. 15 p.
8. *GOST 27925-88. Harakteristiki rabochie i konstrukciya elektricheskikh ventilyatorov i regulyatorov skorosti k nim* [GOST 27925-88. Performance characteristics and design of electric fans and speed controllers]. Moscow, Izd-vo standartov, 1997. 22 p.
9. *Ventilyatory radial'nye sudovye INBA 333.00.00.000 RE. VEZA: rukovodstvo po ekspluatcii* [Ship radial fans INBA 333.00.00.000 RE. VEZA: instruction manual]. 2018. 27 p. Available at: <http://www.veza.ru/docs/instrukcii/> (accessed: 21.09.2019).
10. *Pasport turbokompressora TKR-700* [Passport for TKR-700turbocharger]. Specpredpriyatие po proizvodstvu turbokompressorov «Dizel' Turbo», 2018. 12 p.
11. *GOST-R-53637-2009. Turbokompressory avtotraktornye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytanij* [GOST-R-53637-2009. Autotractor turbocompressors. General technical requirements and test methods]. Moscow, Standart Publ., 2010. 10 p.

12. *GOST 14658-86. Nasosy ob"emnye gidroprivodov. Pravila priemki i metody ispytanij* [GOST 14658-86. Volumetric hydraulic pumps. Acceptance rules and test methods]. Moscow, Izd-vo standartov, 1990. 14 p.

13. *Nasosy shesterennye tipa NMSH (Sh) i agregaty elektronasosnye na ih osnove: rukovodstvo po ekspluatacii N42.878.00.000 RE* [Gear pumps type NMSH (Sh) and electric pump units: operation manual N42.878.00.000 RE]. OAO «Livgidromash», 2015. 34 p. Available at: http://www.hms-livgidromash.ru/upload/iblock/1de/pasport_rukovodstvo_nasos_NMSH_878.000.00_Ex.pdf (accessed: 22.09.2019).

14. *Sistemy i truboprovody. Pravila klassifikacii i postrojki morskikh sudov* [Systems and pipelines. Rules for classification and construction of ships]. Saint-Petersburg, Izd-vo RMRS, 2019. Part VIII. 149 p.

The article submitted to the editors 14.10.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pokusaev Mikhail Nikolaevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department of Operation of Water Transport; evt@astu.org.

Vinogradov Sergey Vladimirovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Operation of Water Transport; evt@astu.org.

Sibryaev Konstantin Olegovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Operation of Water Transport; evt@astu.org.

Gorbachev Maxim Michailovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Operation of Water Transport; max9999_9@mail.ru.

