

УДК 629.12.001.2

DOI: 10.34046/aumsuomt105/25

ПОНЯТИЯ МОНИТОРИНГА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Н.В. Мурашев, аспирант

А.И. Епихин, кандидат технических наук, доцент

В.В. Шкода, кандидат педагогических наук, доцент

В статье выполнен анализ проведения технического обслуживания и ремонта в настоящее время, благодаря системам мониторинга и технической диагностики. Описан метод проведения технического обслуживания и ремонта по принципу наработки механизма, согласно документации компаний судовладельцев, который используется в данный момент. Проведен анализ возможного обновления методов мониторинга и технической диагностики систем судовых энергетических установок, а также необходимых механизмов для обеспечения нормальной работы судна. Данный метод позволяет проводить техническое обслуживание и ремонт, по мере необходимости, заранее до вывода механизма из строя, не опираясь на наработку механизмов. Обновление систем мониторинга и ТО позволит увеличить время работы механизмов. Кроме того, при внедрении данного метода на автономные суда в будущем позволит гораздо быстрее реагировать на возможный выход механизма из строя, что в свою очередь сведет к минимуму простой судна.

Ключевые слова: судовые энергетические установки, техническая диагностика, мониторинг

CONCEPTS OF MONITORING AND TECHNICAL DIAGNOSTICS OF ELEMENTS OF A SHIP'S POWER PLANT

N.V. Murashev, A.I. Epikhin, V.V. Shkoda

The article analyzes the maintenance and repair at the present time, thanks to monitoring systems and technical diagnostics. The method of carrying out maintenance and repair on the principle of operating the mechanism was described, according to the documentation of the shipowners' companies, which is currently in use. The analysis of possible updating of methods of monitoring and technical diagnostics of systems of ship power plants, as well as the necessary mechanisms to ensure the normal operation of the vessel is carried out. This method allows you to carry out maintenance and repair, as necessary, in advance before the mechanism is disabled, without relying on the operating time of the mechanisms. Updating monitoring systems and maintenance will increase the operating time of the mechanisms. In addition, when implementing this method on autonomous vessels in the future, it will allow for a much faster response to a possible failure of the mechanism, which in turn will minimize the downtime of the vessel.

Keywords: ship power plant, technical diagnostics, monitoring

Мониторинг работы элементов судовой энергетической установки является неотъемлемой частью работы данного оборудования. Мониторинг включает в себя не только контроль за параметрами, но и визуальный осмотр судовых элементов. Именно благодаря системам мониторинга судовые механики получают информацию о работе, а также состоянии СЭУ. Для получения необходимой информации о состоянии оборудования на судовых механизмах предусмотрены температурные датчики, манометры, тахометры, а также другие методы контроля параметров [1, 2, 3].

Техническая диагностика включает системы мониторинга, но также включает в себя систему измерений и испытаний. Для диагностирования судового оборудования необходимо проводить измерение и анализ комплекса параметров, отражающих техническое состояние конкретного технического средства. В общем случае стандартом ISO 17359:2003 регламентируются следующие параметры контроля и оценки технического состояния:

- входная и выходная мощность, КПД;
- температура, давление и степень сжатия;
- частота вращения, крутящий момент;
- расход, трибологические свойства и загрязненность масла;
- вибрационные параметры и акустические характеристики;
- герметичность емкостей и утечки рабочей среды;
- износ деталей и коррозионные разрушения.

В стандарте ISO 13380:2002 для основных типов механизмов (ДВС, турбины – паровые и газовые, компрессоры, насосы, вентиляторы, электродвигатели и электрогенераторы) приведены наиболее типичные неисправности, их признаки и диагностические параметры, позволяющие контролировать техническое состояние.

На данный момент системы мониторинга и технической диагностики используются исключительно для контроля за состоянием на данный момент. А ремонт и обслуживание технических

элементов происходит по наработке механизма согласно документации компании судовладельца.

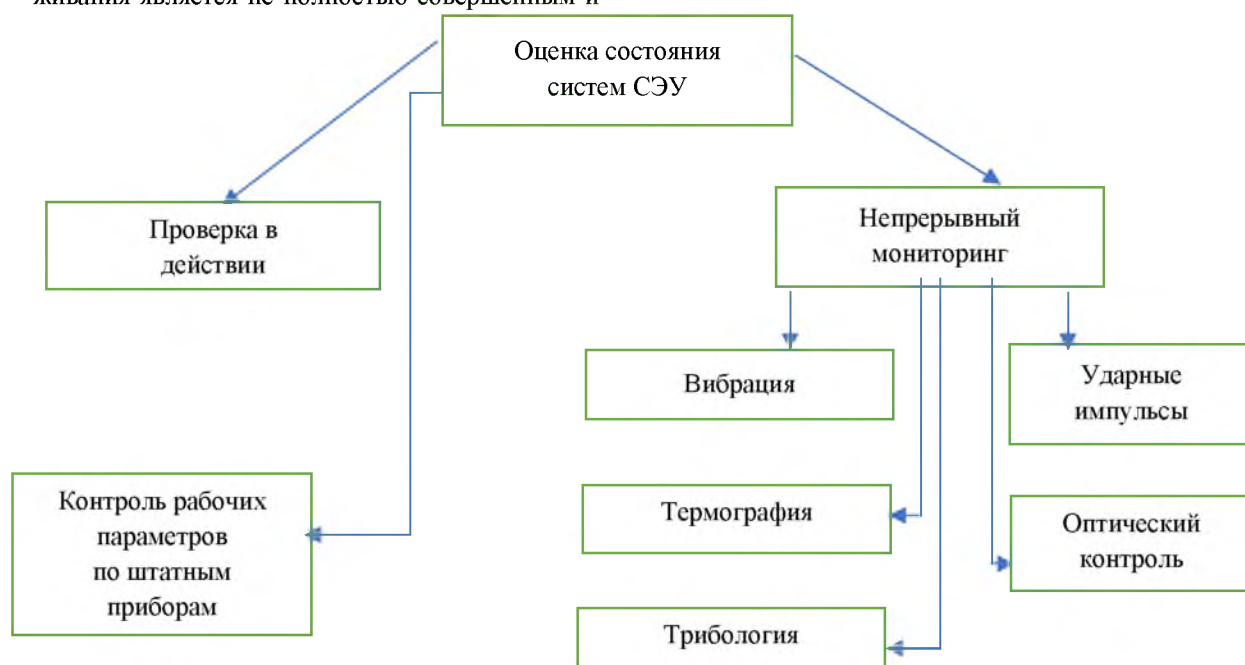
Для примера на судах компании SCF обслуживание элементов СЭУ выглядят так:

- мойка вспомогательного котла происходит раз в полгода
- полное обслуживание ДГ раз 16000 часов
- обслуживание форсунок ДГ раз в 2000 часов
- обслуживание форсунок ГД раз в 8000 часов
- обслуживание поршневой группы ГД раз в 16000 часов
- обслуживание электродвигателей вентиляторов помпового и машинного отделения раз в 16000 часов
- замена масла в сервисных компрессорах раз в 1500 часов
- полное обслуживание компрессора раз в 60 месяцев
- промежуточное обслуживание сепараторов тяжелого топлива раз в 4000 часов, полное обслуживание 12000 часов. Масленные сепараторы по такой же наработке

В связи с постоянным улучшением технических и эксплуатационных параметров элементов СЭУ наблюдается увеличение времени работоспособности механизмов. Данный метод обслуживания является не полностью совершенным и

устаревшим. А значит, требует апгрейда и пересмотра со стороны компаний судовладельцев, и компаний, изготавливающих данные механизмы [14, 15, 16]. Для обновления принципов контроля за механизмами самым объективным является возможность внедрения технического обслуживания и ремонта путем непрерывного мониторинга работы СЭУ и систем, их обслуживающих. Такой подход к обслуживанию судовых механических элементов будет наиболее выгодным для самих же судовладельцев [4, 5, 6]. Ведь проводить обслуживание механизмов по принципу: близкое состояние к возможной неисправности – ремонт, позволит системам СЭУ работать на протяжении большого количества времени. Так же системы непрерывного мониторинга и технической диагностики будут предупреждать и о выходе механизма из нормального рабочего состояния, что будет говорить о необходимости проводить обслуживание механизмов в ближайшее время, а постоянный контроль и обслуживание перед возможными неисправностями увеличит общий срок наработки механизмов [7, 8, 9, 10].

Ниже указана блок - схема, указывающая основные цели и принцип построения комплексной программы мониторинга и технической диагностики элементов СЭУ.



В данный момент весь мир занимается разработкой морских автономных надводных судов (МАНС). Уже существуют первые прототипы, а Россия заключила контракты с судоходными компаниями на постройку 20 судов, имеющих автономное судовождение, постройка этих судов запланирована на 2025 год. В скором времени суда

станут полностью автономными, но как будут проводить контроль за механическими элементами пока не известно. Все обсуждение заканчивается на наличии мобильной группы механиков, способных в кратчайшие сроки прибыть на судно и устранить неисправность [17, 18, 19].

Но время на прибытие механиков на борт влечет за собой простой судна, что в свою очередь несет экономические издержки [11, 12, 13].

Внедрение непрерывного мониторинга возможно произвести путем установки необходимых элементов контроля. Таким образом мониторинг технического состояния возможно получать дистанционно, находясь на суше. Механик, находящийся на суше, будет полностью получать данные с систем мониторинга, обрабатывать полученную информацию, и принимать решения в каком состоянии находятся механические элементы. Если состояние какого-либо механизма будет близко к неисправности, механик может заранее направить мобильную группу специалистов, для предотвращения возможной неисправности до ее происхождения. Такой принцип контроля даст возможность работать автономным судам без остановки и простоя судна, что будет вести к высоким экономическим показателям.

Литература

1. Основные тренды внедрения технологий искусственного интеллекта в управлении морскими автономными надводными судами / А. И. Епихин, А. В. Игнатенко, Д. Е. Студеникин, Е. В. Хекерт // Эксплуатация морского транспорта. – 2021. – № 1(98). – С. 88-96. – DOI 10.34046/aumsuomt98/14. – EDN FKIH0I.
2. Kondratyev, S. I. A diagnostic system of an intelligent component based on Bayesian accurate inference networks / S. I. Kondratyev, A. I. Epikhin, S. O. Malakhov // Journal of Physics: Conference Series, Novosibirsk, 12–14 мая 2021 года. – Novosibirsk, 2021. – P. 012022. – DOI 10.1088/1742-6596/2032/1/012022. – EDN VGBGQW.
3. Epikhin, A. I. Method for synthesis of an intelligent automatic system for diagnosing combustion engine vibration of the power supply system of an unmanned vessel / A. I. Epikhin // Journal of Physics: Conference Series, Novorossiysk, Virtual, 15–16 июня 2021 года. – Novorossiysk, Virtual, 2021. – P. 012023. – DOI 10.1088/1742-6596/2061/1/012023. – EDN TBWJOM.
4. Khekert, E. V. Analysis of methods to optimize control systems for power supply of marine vessels using fuzzy logic and fractal analysis / E. V. Khekert, A. I. Epikhin // Journal of Physics: Conference Series, Novorossiysk, Virtual, 15–16 июня 2021 года. – Novorossiysk, Virtual, 2021. – P. 012088. – DOI 10.1088/1742-6596/2061/1/012088. – EDN RLTKV.
5. Епихин, А. И. Реализация гибридных бортовых алгоритмов контроля в диагностике главного двигателя СЭУ с использованием современных устройств / А. И. Епихин // Эксплуатация морского транспорта. – 2021. – № 1(98). – С. 58-64. – DOI 10.34046/aumsuomt98/9. – EDN XNXEHU.
6. Research of tribological properties of coatings of piston rings of a marine internal combustion engine / O. N. Volintiru, M. V. Vasilescu, A. I. Epikhin [et al.] // Эксплуатация морского транспорта. – 2022. – No 3(104). – P. 107-111. – DOI 10.34046/aumsuomt104/16. – EDN PEKAAR.
7. Коваленко, И. Ю. Определение технического состояния СДВС с помощью искусственных нейросетей / И. Ю. Коваленко, А. И. Епихин // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2022. – № 1(38). – С. 14-16. – EDN XYQBMY.
8. Kondratyev, S. I. Using telematics data to support effective solutions for tracking and monitoring the power system condition of unmanned vessels / S. I. Kondratyev, A. I. Epikhin // Journal of Physics: Conference Series, Novorossiysk, Virtual, 15–16 июня 2021 года. – Novorossiysk, Virtual, 2021. – P. 012089. – DOI 10.1088/1742-6596/2061/1/012089. – EDN QOSRJQ.
9. Внедрение телематических технологий в развитие современного общества на внутренних водных путях / А. И. Епихин, Д. С. Тормашев, Е. В. Зарубин, В. С. Мачек // Эксплуатация морского транспорта. – 2021. – № 3(100). – С. 92-99. – DOI 10.34046/aumsuomt100/13. – EDN MFFUHM.
10. Интеллектуальная система управления судовой энергетической установкой с использованием адаптивного многорежимного нейросетевого регулятора применительно к морским автономным судам / А. И. Епихин, Е. В. Хекерт, А. А. Иванченко, Г. А. Зеленков // Эксплуатация морского транспорта. – 2021. – № 4(101). – С. 112-119. – DOI 10.34046/aumsuomt101/15. – EDN PGYDCO.
11. Каракаев А.Б. Разработка методологии, методов и моделей анализа влияния различных вариантов построения структуры и режимов поддержания и восстановления работоспособности судовых электроэнергетических систем (Часть 1) [Текст] / А.Б. Каракаев, А.В. Луканин, Е.В.Хекерт//Эксплуатация морского транспорта. 2016. № 3 (80). С. 54-60.
12. Епихин, А. И. Применение нейронных сетей на базе многослойного перцептрона с использованием нечеткой логики для технической диагностики судовых технических средств / А. И. Епихин, С. И. Кондратьев, Е. В. Хекерт // Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – № 3(96). – С. 111-119. – DOI 10.34046/aumsuomt96/15. – EDN HRSSSY.
13. Епихин, А. И. Искусственный интеллект, перспективы применения в управлении судовыми энергетическими установками / А. И. Епихин, С. И. Кондратьев // Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – № 4(97). – С. 95-100. – DOI 10.34046/aumsuomt97/17. – EDN XFNNQR.
14. Динамическое формирование коридора безопасности при планировании маршрута движения судна / Д. Е. Студеникин, С. И. Кондратьев,

- Е. В. Хекерт, М. А. Модина // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-4(52). – С. 128-131. – DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.081. – EDN RQCPEO.
 15. Khekert E.V., Epikhin A.I. Analysis of methods to optimize control systems for power supply of marine vessels using fuzzy logic and fractal analysis В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "International Conference on Actual Issues of Mechanical Engineering, AIME 2021" 2021. С. 012088.
 16. Состояние проблемы и методы снижения вредных выбросов судовых энергетических установок / Т. А. Макаревич, Е. В. Хекерт, Ю. С. Кузнецова [и др.] // Эксплуатация морского транспорта. – 2022. – № 2(103). – С. 127-134. – DOI 10.34046/aumsuomt103/27. – EDN XABIKE.
 17. Белов, А. А. Применение метода измерения частичных разрядов для определения состояния изоляции высоковольтных вращающихся машин / А. А. Белов, В. В. Шкода, Е. Г. Попова // Технические и технологические системы : Материалы двенадцатой Международной научной конференции, Краснодар, 25–27 ноября 2021 года. – Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом - Юг", 2021. – С. 11-21. – EDN ZRPPSF.
 18. Варианты реализации систем управления электронными диагностическими и информационными комплексами посредством микроконтроллера STM32F100C8T6 / Я. М. Кашин, С. В. Климентьев, А. В. Паврозин [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2022. – № 1. – С. 70-78. – EDN SVRGUM.
 19. Швец, О. В. Антикризисное управление в транспортной отрасли / О. В. Швец, Н. С. Чебанова, И. Е. Некрасова // Наука Красноярья. – 2016. – Т. 5. – № 3-3. – С. 267-273. – EDN WCFRRL.
- Reference**
1. Osnovnye trendy vnedreniya tekhnologij iskusstvennogo intellekta v upravlenii morskimi avtonomnymi nadvodnymi sudami / A. I. Epihin, A. V. Ignatenko, D. E. Studenikin, E. V. Hekert // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2021. – № 1(98). – S. 88-96. – DOI 10.34046/aumsuomt98/14. – EDN FKIHOI.
 2. Kondratyev, S. I. A diagnostic system of an intelligent component based on Bayesian accurate inference networks / S. I. Kondratyev, A. I. Epikhin, S. O. Malakhov // Journal of Physics: Conference Series, Novosibirsk, 12–14 maya 2021 goda. – Novosibirsk, 2021. – P. 012022. – DOI 10.1088/1742-6596/2032/1/012022. – EDN VGBGQW.
 3. Epikhin, A. I. Method for synthesis of an intelligent automatic system for diagnosing combustion engine vibration of the power supply system of an unmanned vessel / A. I. Epikhin // Journal of Physics: Conference Series, Novorossiysk, Virtual, 15–16 iyunya 2021 goda. – No-vorossiysk, Virtual, 2021. – P. 012023. – DOI 10.1088/1742-6596/2061/1/012023. – EDN TBWJOM.
 4. Khekert, E. V. Analysis of methods to optimize control systems for power supply of marine vessels using fuzzy logic and fractal analysis / E. V. Khekert, A. I. Epikhin // Journal of Physics: Conference Series, Novorossiysk, Virtual, 15–16 iyunya 2021 goda. – Novorossiysk, Virtual, 2021. – P. 012088. – DOI 10.1088/1742-6596/2061/1/012088. – EDN RLTKV.
 5. Epihin, A. I. Realizatsiya gibridnyh bortovyh algoritmov kontrolya v diagnostike glavnogo dvigatelya SEU s ispol'zovaniem sovremennyh ustroystv / A. I. Epihin // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2021. – № 1(98). – S. 58-64. – DOI 10.34046/aumsuomt98/9. – EDN XNHEHU.
 6. Research of tribological properties of coatings of piston rings of a marine internal combustion engine / O. N. Volintiru, M. V. Vasilescu, A. I. Epikhin [et al.] // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2022. – No 3(104). – P. 107-111. – DOI 10.34046/aumsuomt104/16. – EDN PEKAAR.
 7. Kovalenko, I. YU. Opredelenie tekhnicheskogo sostoyaniya SDVS s pomoshch'yu iskusstvennyh nejrosetej / I. YU. Kovalenko, A. I. Epihin // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta imeni admirala F.F. Ushakova. – 2022. – № 1(38). – S. 14-16. – EDN XYQBYM.
 8. Kondratyev, S. I. Using telematics data to support effective solutions for tracking and monitoring the power system condition of unmanned vessels / S. I. Kondratyev, A. I. Epikhin // Journal of Physics: Conference Series, Novorossiysk, Virtual, 15–16 iyunya 2021 goda. – No-vorossiysk, Virtual, 2021. – P. 012089. – DOI 10.1088/1742-6596/2061/1/012089. – EDN QOSRQJ.
 9. Vnedrenie telematicheskikh tekhnologij v razvitie sovremennogo obshchestva na vnutrennih vodnyh putyakh / A. I. Epihin, D. S. Tormashev, E. V. Zarubin, V. S. Machek // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2021. – № 3(100). – S. 92-99. – DOI 10.34046/aumsuomt100/13. – EDN MFFUHM.
 10. Intellektual'naya sistema upravleniya sudovoy energeticheskoy ustanovkoy s ispol'zovaniem adaptivnogo mnogorezhimnogo nejrosetevogo regul'yatora primenitel'no k morskim avtonomnym sudam / A. I. Epihin, E. V. Hekert, A. A. Ivanchenko, G. A. Zelenkov // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2021. – № 4(101). – S. 112-119. – DOI 10.34046/aumsuomt101/15. – EDN PGYDCO.
 11. Karakaev A.B. Razrabotka metodologii, metodov i modelej analiza vliyaniya razlichnykh variantov postroyeniya struktury i rezhimov podderzhaniya i vosstanovleniya rabotosposobnosti sudovykh elektroenergeticheskikh sistem (CHast' 1) [Tekst] / A.B. Karakaev, A.V. Lukanin, E.V. Hekert // Ekspluatatsiya morskogo transporta. 2016. № 3 (80). S. 54-60.

12. Epihin, A. I. Primenenie nejronnyh setej na baze mnogoslownogo per-ceptra s ispol'zovaniem nechetkoj logiki dlya tekhnicheskoy diagnostiki sudovyh tekhnicheskikh sredstv / A. I. Epihin, S. I. Kondrat'ev, E. V. Hekert // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2020. – № 3(96). – S. 111-119. – DOI 10.34046/aumsuomt96/15. – EDN HRSSSY.
13. Epihin, A. I. Iskusstvennyj intellekt, perspektivy primeneniya v upravlenii sudovymi energeticheskimi ustanovkami / A. I. Epihin, S. I. Kondrat'ev // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2020. – № 4(97). – S. 95-100. – DOI 10.34046/aumsuomt97/17. – EDN XFNNQR.
14. Dinamicheskoe formirovanie koridora bezopasnosti pri planirovanii marshruta dvizheniya sudna / D. E. Studenikin, S. I. Kondrat'ev, E. V. Hekert, M. A. Modina // Morskie intellektual'nye tekhnologii. – 2021. – № 2-4(52). – S. 128-131. – DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.081. – EDN RQCPEO.
15. Khekert E. V., Epikhin A. I. ANALYSIS OF METHODS TO OPTIMIZE CONTROL SYSTEMS FOR POWER SUPPLY OF MARINE VESSELS USING FUZZY LOGIC AND FRACTAL ANALYSIS V sbornike: Journal of Physics: Conference Series. Ser. "International Conference on Actual Issues of Mechanical Engineering, AIME 2021" 2021. S. 012088.
16. Sostoyanie problemy i metody snizheniya vrednyh vybrosov sudovyh energeticheskikh ustanovok / T. A. Makarevich, E. V. Hekert, YU. S. Kuznecova [i dr.] // Ekspluatatsiya morskogo transporta. – 2022. – № 2(103). – S. 127-134. – DOI 10.34046/aumsuomt103/27. – EDN XABIKE.
17. Belov, A. A. Primenenie metoda izmereniya chastichnyh razryadov dlya opredeleniya sostoyaniya izolyatsii vysokovol'tnyh vrashchayushchih mashin / A. A. Belov, V. V. SHkoda, E. G. Popova // Tekhnicheskie i tekhnologicheskie sistemy : Materialy dve-nadcatoy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Krasnodar, 25–27 noyabrya 2021 goda. – Krasnodar: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Izdatel'skiy Dom - YUg", 2021. – S. 11-21. – EDN ZRPPSF.
18. Varianty realizatsii sistem upravleniya elektronnyimi diagnosticheskimi i informatsionnymi kompleksami posredstvom mikrokontrollera STM32F100C8T6 / YA. M. Kashin, S. V. Kliment'ev, A. V. Pavrozin [i dr.] // Elektronnyj setevoy po-litematicheskij zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU". – 2022. – № 1. – S. 70-78. – EDN SVR-GUM.
19. SHvec, O. V. Antikrizisnoe upravlenie v transportnoj otrasli / O. V. SHvec, N. S. CHEbanova, I. E. Nekrasova // Nauka Krasnoyars'ya. – 2016. – T. 5. – № 3-3. – S. 267-273. – EDN WCFRRL.

УДК 53.091; 629.5

DOI: 10.34046/aumsuomt105/26

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Е. Н. Сюсюка, кандидат технических наук, доцент

Е. Х. Аминева, кандидат физико-математических наук, доцент

Т. А. Блинова, кандидат технических наук, доцент

В статье изложены основные причины отказа работы деталей судовых технических средств. Проведенный анализ особенностей упрочнения изделий различными методами позволяет, в зависимости от условий эксплуатации изделий, выбрать наиболее подходящее нанопокрывание и улучшить качественные показатели поверхностного слоя.

Ключевые слова: качество изделий, дефекты, причины отказов деталей, стойкость, обработка поверхностей, триботехнические свойства, показатели надежности, упрочнение деталей.

SOME PECULIARITIES OF THE HARDENING METHODS OF SHIPBORNE TECHNICAL PARTS

E. N. Syusyuka, E. C. Amineva, T. A. Blinova

The article describes the main reasons for the failure of the ship's technical equipment parts. The analysis of the features of hardening products by various methods allows, depending on the operating conditions of the products, to choose the most suitable nanocoating and improve the quality of the surface layer.

Keywords: product quality, defects, causes of component failures, durability, surface treatment, tribotechnical properties, reliability indicators, component hardening.

В настоящее время в судостроении большое внимание уделяется эксплуатационным параметрам судовых технических средств (СТС). Большое значение имеет решение проблемы повышения качества изделий двигателей судов. Для

того, чтобы детали СТС соответствовали требованиям качества, проанализируем причины отказов работы деталей и возможные методы их устранения [1-4].