

4. Пилипенко, О. М. Моделювання аеродинаміки сидельного автопотягу / О. М. Пилипенко, О. В. Батраченко, І. М. Литовченко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – №2. – С. 27 – 33. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/25524>

5. Khosravi, M. Aerodynamic drag reduction of heavy vehicles using append devices by CFD analysis / Khosravi, M., Mosaddeghi, F., Oveisi, M // J. Cent. South Univ. (2015) 22: 4645–4652. <https://doi.org/10.1007/s11771-015-3015-7>

6. Khaled M, Elhage H, Harambat F, Peerhossaini H. Some innovative concepts for car drag reduction: A parametric analysis of aerodynamic forces on a simplified body [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2012, 107/108: 36 – 47. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2012.03.019>.

7. Virchenko, V.V. Streamlining influence on the long-haul trucks with an installed movable roof fairing performance properties teoretical studies / V.V. Virchenko, M.O. Skoryk, A.I. Kryvorot, O.I. Meshko // Academic Journal Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Poltava: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, 2018. – Issue 2 (51). – P. 187 – 195.

Грицук Ігор Валерійович, д.т.н., професор, Херсонська державна морська академія, griksuk_iv@ukr.net

Курносенко Дар'я Вікторівна, аспірант, Херсонська державна морська академія, dasha10021991@gmail.com

Скрипка Григорій Леонтійович, старший викладач, Херсонська державна морська академія

Сімагін Антон Федорович, Херсонська державна морська академія

ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Одним з основних шляхів підвищення ефективності використання транспортних засобів (на прикладі річкового і морського транспорту) є підвищення надійності елементів судових енергетичних установок (СЕУ). Їх надійність впливає на безпеку експлуатації судна, на вартість і трудомісткість його ремонтів і технічного обслуговування (ТО). У зв'язку з цим розробку заходів щодо підвищення безвідмовності елементів СЕУ, оцінку рівня працездатності елементів і підготовку рекомендацій щодо можливості подальшої експлуатації елемента слід проводити на основі детального аналізу даних про їх технічний стан. Такі заходи зведуть до мінімуму ймовірність виникнення відмов елементів СЕУ в процесі експлуатації, що в свою чергу, підвищить ефективність експлуатації судна в цілому. Також такі заходи виключать передчасне списання елементів СЕУ, що не виробили свій фактичний ресурс, що підвищить рентабельність судноплавної компанії.

Питання технічної експлуатації енергетичної установки і судна в цілому присвячено багато робіт, наприклад: Білінова Е.В., Гальперіна М.М., Нікітіна АМ, Розенберга Г.Ш., аналіз яких показує, що в організації процедури технічної експлуатації СЕУ істотне місце займає інформаційне забезпечення технічних

процесів ТО. Зокрема, згідно з СОЛАС (Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі) і ПДМНВ (Міжнародна Конвенція про підготовку дипломованих моряків та несення вахти) як міжнародних угод, так і Правил технічної експлуатації суден, особливо виділяється наявність відповідного потоку інформації про все, що відбувається на судні. Щодо ТО, наявність відповідної інформації про технічний стан елемента СЕУ на увазі внесення обґрунтованих змін в обсяг і періодичність виконання відповідних робіт з підтримки працездатності елемента енергетичної установки. При підготовці робіт, пов'язаних з виконанням ТО, першочергову роль відіграє відповідне алгоритмічне забезпечення обробки даних інформації про технічний стан елементів СЕУ.

Надійність суднової енергетичної установки [1] – це здатність СЕУ забезпечувати судно всіма видами енергії, необхідними для його використання за призначенням, зберігаючи при цьому встановлені параметри роботи при дотриманні регламентованих вимог до технічного обслуговування, ремонтів та зберігання. Надійність енергетичної установки обумовлюється високим рівнем безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності і зберігання входить в СЕУ обладнання, а також передбаченим при проектуванні резервуванням механізмів і систем. Надійність річкового і морського транспорту забезпечується при проектуванні судових механізмів і установки в цілому, досягається при їх створенні і підтримується в процесі експлуатації. Виявляється головним чином в забезпеченні максимально можливого часу експлуатації за термін служби судна. Специфічність поняття надійності енергетичної установки полягає в різноманітні виконуваних судном завдань. У деяких випадках необхідна працездатність СЕУ може забезпечуватися при відсутності можливості використовувати весь діапазон специфікаційних режимів її роботи. Це визначає специфічність таких понять, як працездатність, ремонтпридатність, довговічність судових механізмів і систем.

До основних критеріїв працездатності СЕУ відносять міцність, жорсткість, зносостійкість, а до додаткових – теплостійкість, вібростійкість та ін. Міцність – здатність деталі сприймати прикладені навантаження без руйнування або виникнення пластичних деформацій. Найчастіше міцність є головним критерієм працездатності більшості деталей та механізмів СЕУ. Жорсткість – здатність деталі чинити опір зміні форми і розмірів під дією прикладених навантажень. Іноді вирішальним є не критерій міцності, а критерій жорсткості, тому що він задає великі розміри деталей. Зазвичай розглядають поздовжню, крутильну і контактну жорсткість. Зносостійкість – здатність деталі зберігати необхідні розміри поверхонь, які труться протягом заданого терміну служби. Велика кількість деталей СЕУ виходить з ладу внаслідок зносу. Теплостійкість – здатність нормально працювати в заданому температурному режимі в межах встановленого терміну служби. Робота більшості механізмів СЕУ пов'язана з підвищеними режимами або виділенням тепла при подоланні сил тертя між окремими деталями. Вібростійкою називають здатність конструкції працювати в потрібному режимі без неприпустимих коливань, близьких до області резонансів. Цей критерій обумовлює здатність конструкції працювати в необхідному діапазоні режимів без

неприпустимих коливань і вібрацій. Вібрації викликають додаткові змінні напруги і призводять до втомного руйнування.

Важливість проблеми підвищення надійності підтверджується також економічними міркуваннями. Недостатній рівень надійності – це додаткові витрати, викликані аваріями і простоями суден, зниженням їх швидкості і збільшенням часу вантажних операцій, а також додаткові витрати на ремонт і технічне обслуговування обладнання. Збільшення міжремонтного періоду суден, скорочення чисельності суднових екіпажів (без збільшення напруженості праці) не можуть бути успішно реалізовані без істотного підвищення надійності всіх технічних засобів. У цьому полягають економічні передумови проблеми надійності. Таким чином, проблема забезпечення необхідного рівня надійності суднового устаткування відноситься до числа проблем першорядної важливості. Технічний прогрес висунув проблему надійності на перше місце і залежить від успішного її вирішення [2]. Однак недостатньо розуміти значення надійності для підвищення техніко-економічної ефективності створення і використання технічних засобів. Необхідно вміти кількісно оцінювати рівень надійності, визначати кількісну залежність надійності від режимів використання та умов експлуатації.

Терміни та визначення основних понять і показників надійності наведені в керівних документах. Доцільно навести додаткові роз'яснення деяких основних понять і вихідних положень теорії і практики надійності. Будь-який об'єкт, з точки зору відповідності пропонованим до нього вимогам, в кожен момент може знаходитися в одному з наступних станів: справному, працездатному, несправному, непрацездатному, граничному. Поняття *«справність»* ширше, ніж поняття *«працездатність»*. Працездатний об'єкт, на відміну від справного задовольняє лише тим вимогам нормативно-технічної документації (НТД), які забезпечують його нормальне функціонування з параметрами, встановленими в НТД, тобто із встановленими значеннями потужності, швидкості, напруги, точності регулювання, продуктивності, опору ізоляції. Працездатний об'єкт може бути несправним, проте його несправність при цьому не настільки істотна, щоб перешкоджати нормальному функціонуванню об'єкту (наприклад, перегорання сигнальної лампи контролю живлення на щиті за наявності вольтметра; деформація рукоятки управління, практично не впливає на процес управління тощо).

Під час розподілу об'єктів на *відновлювані* і *невідновлювані*, з одного боку, і на *ремонтвані* і *неремонтвані* – з іншого, слід мати на увазі, що термін *«ремонтвані»* характеризує пристосованість об'єкту до проведення ремонту та технічного обслуговування як внутрішня властивість об'єкта, яке визначається його конструкцією, а термін *«відновлюваний»* характеризує можливість і доцільність відновлення працездатності і справності об'єкту в конкретній ситуації під час його експлуатації. Об'єкт може бути ремонтваним, але не відновлюваним. Наприклад, багато контрольно-вимірювальних приладів та елементів автоматики за своєю конструкцією є об'єктами ремонтваними, але в умовах судна, як правило, не підлягають ремонту, тобто відновленню

працездатності після відмови, і тому розглядаються як невідновлювані. У той же час є чимало об'єктів, які однозначно можна віднести або до відновлюваних і ремонтваних, або до невідновлюваних і неремонтваних. Більшість судових механізмів: двигуни, насоси, сепаратори – є об'єктами ремонтваними і відновлюваними, а такі вироби, як електричні лампи, підшипники і – неремонтваними і невідновлюваними. Розподіл об'єктів на ремонтвані і неремонтвані є визначальним при виборі показників для оцінки їх надійності.

Сукупність властивостей, що обумовлює придатність продукції, об'єктів для задоволення певних потреб відповідно до їх призначення, називається *якістю*. *Надійність* є одним зі складових властивостей якості об'єкту. У свою чергу, надійність можна розглядати як складну властивість, що включає в себе кілька часткових властивостей, в тому числі *безвідмовність*, *довговічність*, *ремонтпридатність* і *збереженість*. На сьогоднішній день найбільш докладно досліджено показники працездатності та безвідмовності як основних властивостей надійності, що забезпечує безперервну експлуатацію суден.

Головні малооборотні двигуни [2]. Найбільш характерним показником надійності головного двигуна є напрацювання на одну вимушену зупинку судна в морі. Для сучасних суден цей показник змінюється від 330 до 645 год. при тривалості стоянки 70÷137 хв. Найменш надійними вузлами головних двигунів є циліндро-поршнева група (ЦПГ) ($k_0=25\%$) і паливна апаратура ($k_0=30\%$). Час безвідмовної роботи багатьох деталей (поршні, циліндрові втулки, підшипники і т.д.) узгоджується за законом гамма-розподілу.

Допоміжні механізми енергетичної установки [3]. У таблиці 1 наведено значення середнього часу безвідмовної експлуатації T_e деяких допоміжних механізмів.

Таблиця 1. Середній час безвідмовної експлуатації деяких допоміжних механізмів.

Найменування механізму	T_e , тис. год.	Найменш надійні елементи та їх коефіцієнти відмов k_0 , %
Компресори пускового повітря	5÷9	Клапан 50-90; ЦПГ 3-14; підшипник 2-14
Відцентрові насоси	10÷26	Ущільнення 40-70; підшипник 12-30; вал 10-30; робоче колесо 3-16
Поршневі насоси	8÷13	Поршневе кільце 10-37; клапан 29-62; підшипник 5; сальник 7-17
Відцентровий сепаратор	13÷28	Прокладка барабана 10-29; черв'ячна передача 11-26; муфта 10-30; підшипник 5-28

Гребні гвинти і валопроводи. Гребні гвинти, як правило, не відновлюють в судових умовах. Тому показник безвідмовності (середнє напрацювання до відмови) збігається з показником довговічності – ресурсом до капітального ремонту або до заміни (списання). За даними обстеження 360 торгових суден і великої кількості військових кораблів США, для 50% судів капітальний ремонт

гребних гвинтів, виготовлених з марганцовистої бронзи, потрібен був через 10 років експлуатації і раніше, а 35% гвинтів були замінені в перші 5 років. Відмови гребних валів відбуваються, як правило, внаслідок розвитку явища втоми. Згідно з результатами обстежень одновальних морських судів США, більше 30% всіх валів мали термін служби до 3 років і лише 13% – від 9 до 12 років.

В останні роки на судах починає впроваджуватися система регламентації експлуатації і ремонту по фактичному технічному стану суден та їх енергетичних установок. В основі цієї системи лежить принцип постійного контролю поточного технічного стану судна і його енергетичної установки і прийняття рішень на проведення тих чи інших заходів з їх технічного обслуговування і ремонту, виходячи з їх фактичного технічного стану. Така система дозволяє істотно економити матеріальні та фінансові ресурси, що виділяються на потреби експлуатації та ремонту суден.

Література

1. Морской энциклопедический справочник. В двух томах. Том 1. / Под ред. Н.Н. Исанина. - Л.: Судостроение, 2012, с.14-15.
2. Карпов Л. Н. Надежность и качество судовых дизелей. Л., «Судостроение», 1999.
3. Смирнов О. Р., Юдицкий Ф. Л., Надежность судовых энергетических установок. Л., Судостроение, 1998.

Грицук І. В, д.т.н, професор, кафедра Експлуатації СЕУ, Херсонська державна морська академія, gritsuk_iv@ukr.net

Погорлецький Д. С, ст. викл, кафедра Експлуатації СЕУ, Херсонська державна морська академія, dimon150582@gmail.com

Адров Д.А, ст. викл, Український державний університет залізничного транспорту

Матейчик П.В, студент Національного технічного університету

Черненко В.В, ст. викл, кафедра Експлуатації СЕУ, Херсонська державна морська академія, v.chernenko18@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ, ОБЛАДНАНОГО ГАЗОБАЛОННОЮ СИСТЕМОЮ ЖИВЛЕННЯ 4-ГО ПОКОЛІННЯ, В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Постановка проблеми. Ефективність функціонування транспортних засобів (ТЗ), як складної технічної системи, залежить від його технічного стану. У зв'язку з цим виникає потреба визначення його технічного стану і керування ним в умовах експлуатації на основі даних, отриманих в процесах моніторингу та при прогнозуванні основних його параметрів. Було виявлено, що умови експлуатації і навколишнє середовище можуть вносити невизначеність та випадковість вихідних даних і ситуацій, та змінювати характер взаємодії між складовими частинами агрегатів та систем ТЗ [1,2].