Вывод: Предлагаемая система математического анализа выполнения качественных показателей сортировочными станциями на примере станции Краснодар-Сортировочный имеет более сложный алгоритм по сравнению с типовыми методиками, однако позволяет более точно оценить «полезность» разрабатываемых мероприятий для сокращения простоя вагонов для критического технологического элемента.

1. Бутунов, Д.Б. Мониторинг временных и количественных характеристик потерь в работе сортировочной станции // Инновационное развитие современной науки: матер. XVI Междунар. науч.-практ. конф., Анапа, 10 октября 2019 г. – Анапа: ООО НИЦ эконом. и соц. процессов, 2019. – С. 28-31.
2. Сапегин, С.В. Нормирование показателей работы сортировочных станций / С.В. Сапегин, Е.О. Дмитриев, А.С. Петров // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 9. С. 28-33.
3. Шипулин, Н.П. Совершенствование технологии работы сортировочных станций / Н.П. Шипулин, А.Н. Шабельников // Автоматика, связь, информатика. – 2013. – № 1. С. 6-8.
4. Чеботарева Е.А. Анализ выполнения показателей эксплуатационной деятельности и повышение производственной эффективности работы ОАО «Российские железные дороги» / Е.А. Чеботарева, И.А. Солоп // Национальная ассоциация ученых (НАУ). – 2020. – № 34(61). – С. 43-46.
5. Концепция применения технологий бережливого производства в ОАО «РЖД». Утв. 28.06. 2010 г. № 11250. Режим доступа: <https://ppt.tatarstan.ru/file/old/structure/96bf4f1fdb1344f0d632ff8d1f89c8a.pdf>. Дата обращения: 25.02.2018.
6. Лысиков, М.Г. Система планирования показателей работы железнодорожной сортировочной станции / М.Г. Лысиков, А.М. Ольшанский // Перспективные информационные технологии – 2014: матер. Междунар. науч. – техн. конф., Самара 30 июня 2014 г.: Самарский научный центр РАН, 2014. – С. 372-379.
7. Бутунов, Д.Б. Оценка непроизводительных потерь в работе сортировочной станции / Д.Б. Бутунов, А.Г. Котенко // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2018. – Т.15. – № 4. С. 498-510. DOI: 10.20295/1815-588X-2018-4-498-510.
8. Чеботарева, Е.А. Повышение эффективности использования тяговых ресурсов на полигонах железных дорог / Е.А. Чеботарева, И.А. Солоп // Транспорт: наука, образование, производство: матер. Междунар. науч. – практ. конф. Транспорт-2020, Ростов н/Д. – Т. 3: Технические и экономические науки: РГУПС, 2020. – С. 230-235.
9. Романова, П.Б. Разработка мероприятий по улучшению качественных показателей работы сортировочной станции / П.Б. Романова, А.А. Король, А.С. Гердо // Наука и образование транспорту. – 2018. – № 1. С. 115-120.
10. Гильманов, А.И. Исследование факторов, влияющих на простой транзитных вагонов с переработкой на сортировочных станциях / А.И. Гильманов, Е.В. Дорогайкина, О.И. Залогова // Молодая наука Сибири. – 2019. – № 1(3). С. 98-104.
11. Зубков, В.Н. Повышение эффективности работы станции Краснодар-Сортировочный / В.Н. Зубков, Р.И. Кураев // Совершенствование технологии железнодорожных перевозок: матер. межвуз. сб. науч. тр. Ростов н/Д.: РГУПС, 2004. – С. 78-82.
12. Светлакова, Е.Н. Анализ простоя транзитного вагонопотока с переработкой на сортировочной станции / Е.Н. Светлакова, С.С. Иванов // Организация безопасности на транспорте: матер. межвуз. сб. науч. тр. Чита.: ЗаБИЖТ, 2015. – С. 140-148.

Тихонов Н.Ф., Шумихина Е.Г., Секлетина Л.С.

Требования к судовым энергетическим установкам (СЭУ) и их показатели надежности

*ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/lj-08-2021-16

Аннотация

Цель статьи – выявление требований к СЭУ, обеспечивающих их надежность. Гипотеза исследования – на данный момент разработаны требования к СЭУ, выполнение которых обеспечивает создание надежных СЭУ.

Ключевые слова: судовые энергетические установки, надежность, требования, двигатель, электроэнергетические системы.

Abstract

The purpose of the article is to identify the requirements for SEU that ensure their reliability. Research hypothesis – at the moment, the requirements for the SEU have been developed, the implementation of which ensures the creation of reliable SEU.

Keywords: marine power plants, reliability, requirements, engine, electric power systems.

Постановка проблемы. Суда до сих пор остаются важным транспортным средством. Несмотря на снижение пассажиропотока, грузовой поток существенен. Именно это делает необходимым создание надежных судов. Одной из главных частей судна является судовая энергетическая установка (СЭУ). От надежности СЭУ существенно зависит надежность всего судна. Создание ненадежного СЭУ может привести к человеческим жертвам, экономическим потерям и иным негативным последствиям. По этим причинам тема статьи актуальна.

Каждое судно нуждается в судовой энергетической установке, которая подходит ему, согласно условиям эксплуатации. Выявлять такие условия необходимо, так как от этого будет зависеть надежность и безотказность используемой судовой энергетической установки [1].

Надежность судовой энергетической установки выявляется с помощью различных требований. Несмотря на необходимость выполнения требований относительно надежности, судовая энергетическая установка должна выполнять и иные требования. Так, СЭУ должна быть экономичной. Здесь имеется в виду, что стоимость создания строительной энергетической установки, а также расходы на эксплуатацию должны быть оптимальными. При этом судовая энергетическая установка должна обеспечивать необходимую скорость движения судна, а также обеспечивать маневренность судна. При этом судовая энергетическая установка должна выполнять несколько эргономических требований. Сюда относятся, например, условия жизни лиц, работающих на судне. Также управленческие и регуляторные процессы СЭУ должны быть автоматизированы, она не должна негативно влиять на экипаж, окружающую среду, и при этом быть малогабаритной, иметь малую массу и соответствовать эстетическим требованиям [2].

Исходя из всех представленных требований к СЭУ, делаем вывод о необходимости одновременного сочетания множества различных характеристик. Это делает создание СЭУ чрезвычайно ответственной работой. Однако, показатели надежности еще не были изучены, именно они являются важнейшими для СЭУ.

Изучая ГОСТы, можно выявить следующее определение надежности судовой энергетической установки – это способность придавать судну необходимую скорость, обеспечивать надлежащее функционирование общесудового оборудования, обеспечивая при этом эксплуатационные показатели за необходимые периоды. Надежность СЭУ состоит из четырех показателей: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Изучим данные показатели более подробно.

Под безотказностью необходимо понимать свойство СЭУ корректно функционировать за срок полезного использования.

Безотказность состоит из следующих показателей:

- вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет;
- средняя наработка до отказа – математическое ожидание наработки до первого отказа;
- гамма-процентная наработка до отказа – наработка, в течение которой отказ произойдет с вероятностью, выраженной в процентах;

- средняя наработка на отказ (наработка на отказ) – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки;
- интенсивность отказов – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник;
- параметр потока отказов – отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки;
- долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами на техническое обслуживание и ремонт [3].

При этом долговечность состоит из:

- средний ресурс – математическое ожидание ресурса;
- гамма-процентный ресурс – наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью, выраженной в процентах;
- назначенный ресурс – суммарная наработка объекта при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено;
- средний срок службы – математическое ожидание срока службы;
- гамма-процентный срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью, выраженной в процентах;
- назначенный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации объекта, при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено [4].

Под ремонтпригодностью необходимо понимать свойство судовой энергетической установки, которое заключается в адаптированности к выявлению, предупреждению и ликвидации отказов, а также неисправностей через техобслуживание, ремонт и замену.

Ремонтпригодность также имеет показатели. Представим их:

- вероятность восстановления – вид вероятности, согласно которой время восстановление рабочего состояния не будет выше заданного;
- усредненное время восстановления рабочего состояния – математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния.

Под сохраняемостью необходимо понимать свойство судовой энергетической установки удерживать в нужном диапазоне показатели безотказности, ремонтпригодности и некоторые иные после консервирования или транспортировки.

У сохраняемости выделяют следующие показатели:

- средний срок сохраняемости – математическое ожидание срока сохраняемости;
- гамма-процентный срок сохраняемости – срок сохраняемости, достигнутый объектом с заданной вероятностью, выраженной в процентах [5].

Для соблюдения всех требований к СЭУ и создания ее надежной, необходимо грамотно проектировать ее. Именно поэтому ключевая задача проектирования судовой энергетической установки – подбор механизмов, которые максимально возможно

удовлетворяют всем требованиям данного судна. Создание проекта СЭУ является частью проектирования всего судна [6, 7, 8].

В начале проектирования СЭУ, составляется техническое задание, которое создает заказчик. Здесь указываются исходные данные желаемого судна. Важно указать назначение судна, предполагаемые районы, в которых оно будет плавать, нужную грузоподъемность, желаемое количество пассажиров и так далее. Все это существенно повлияет на избираемую проектируемую СЭУ.

Когда техническое задание согласовывается и утверждается, оно выдается фирме, которая будет осуществлять реализацию проекта.

Получив техническое задание, компания формирует техническое предложение. Именно в нем с технической и технико-экономической стороны обосновывается целесообразность создания судна с желаемыми параметрами. Рассмотрев и утвердив техническое предложение, формируют эскизный проект. В эскизном проекте представлен теоретический чертеж судна, выявлена мощность судовой энергетической установки, определен состав и параметры используемого оборудования. Выбор частей СЭУ – одна из наиболее важных частей работы здесь, так как именно от нее зависит надежность и иные характеристики будущего судна.

Подводя итог статьи, делаем вывод о наличии множества требований к любой СЭУ. Выполнение этих требований обязательно. При этом чрезвычайно важно соблюдать все показатели надежности, так как только в таком случае можно будет считать судно безопасным для работы и перевозки грузов и граждан.

1. Тимофеев В.Н., Тузов Л.В., Безюков О.К., Жуков В.А., Тихонов Н.Ф., Тимофеев Д.В. Судовая энергосберегающая установка. Патент на полезную модель RU 166326 U1, 20.11.2016. Заявка № 2016119864/11 от 23.05.2016.
2. Патент на полезную модель № 167801 U1 Российская Федерация, МПК В60К 11/02, F01P 3/20. Система автоматического регулирования теплового режима судового двигателя внутреннего сгорания : № 2016113248 : заявл. 06.04.2016 : опубл. 10.01.2017 / В. Н. Тимофеев, Н. Ф. Тихонов.
3. Котков, С. А. Обоснование параметров судовых энергетических установок буксирных теплоходов / С. А. Котков // Речной транспорт (XXI век). – 2019. – № 3(91). – С. 57-58.
4. Коршунов, В. А. Исследование динамической прочности роторной системы перспективных вспомогательных судовых энергетических установок / В. А. Коршунов, Д. А. Пономарев, А. А. Родионов // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 3-2(45). – С. 70-76.
5. Лебедев, Б. О. Оптимизация температурного режима судовых энергетических установок / Б. О. Лебедев, С. П. Глушков, В. И. Кочергин // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 1-3(43). – С. 47-52.
6. Тимофеев, В. Н. Модернизация систем наддувочного воздуха судовых дизелей / В. Н. Тимофеев, Н. Ф. Тихонов // Наука. Исследования. Практика : сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 23 февраля 2021 года. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 89-94.
7. Тимофеев, В. Н. Многоконтурная система автоматического регулирования температуры судового дизеля / В. Н. Тимофеев, Н. Ф. Тихонов // Материалы конференций ГНИИ "Нацразвитие" : Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие", Санкт-Петербург, 24–28 февраля 2021 года. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 56-60.
8. Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф. Повышение эффективности систем охлаждения судовых двигателей внутреннего сгорания с автоматическим регулированием теплового состояния. Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. Сборник научных статей. 2016. С. 339-347.