

УДК 629.12

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ПРУЖИННЫХ ДЕМПФЕРОВ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Ибадуллаев Адель Дамирович¹, старший преподаватель кафедры «Эксплуатация водного транспорта и промышленное рыболовство»

e-mail: adel.ibadullaev99@mail.ru

Миронов Николай Владимирович¹, аспирант кафедры

e-mail: mironni@yandex.ru

¹ Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты по разработке и созданию первого отечественного прототипа пружинного демпфера крутильных колебаний. В настоящее время при технической эксплуатации судов российских судовладельцев заботит острый и актуальный вопрос – каким образом произвести диагностирование (разборное/безразборное) технического состояния пружинных демпферов, а главное, что послужит отечественным аналогом после выработки ресурса использовавшихся ранее зарубежных ПД КК. Актуальность исследования подтверждена множеством фактов, основным из которых является полное прекращение поставок зарубежных устройств, машин и механизмов, в том числе пружинных демпферов.

Ключевые слова: машинно-двигательный комплекс, судовые дизели, пружинные демпферы, крутильные колебания.

DEVELOPMENT AND DESIGN OF TORSIONAL VIBRATION SPRING DAMPERS FOR MARINE DIESEL ENGINES

Adel D. Ibadullaev¹, Senior lecturer of the Department «Operation of Water transport and Industrial fisheries»

e-mail: adel.ibadullaev99@mail.ru

Nikolay V. Mironov¹, Doctoral Student

e-mail: mironni@yandex.ru

¹ Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Abstract. The article presents the results of the development and design of the first domestic prototype of a torsional vibration spring damper. Currently, during the technical operation of ships, Russian shipowners are concerned about an acute and urgent question – how to diagnose (collapsible/non-collapsible) the technical condition of spring dampers, and most importantly, what will serve as a domestic analogue after the resource of previously used foreign control systems has been exhausted. The relevance of the study is confirmed by a variety of facts, the main of which is the complete cessation of supplies of foreign devices, machines and mechanisms, including spring dampers.

Keywords: engine and propulsion complex, marine diesel engines, spring dampers, torsional vibrations.

В настоящее время при технической эксплуатации судов российских судовладельцев заботит острый и актуальный вопрос – каким образом произвести диагностирование (разборное/безразборное) технического состояния пружинных демпферов (далее – ПД КК), а главное, что послужит отечественным аналогом после выработки ресурса использовавшихся ранее зарубежных ПД КК [1].

Актуальность исследования подтверждена следующими фактами:

1. Тяжелая геополитическая ситуация в мире (санкционное давление на Россию), обусловила прекращение поставок зарубежных устройств, машин и механизмов, ПД КК стали не исключением. Невозможность параллельного импорта [2].

2. Диагностика оценки работоспособности ПД КК с последующим назначением остаточного ресурса производилась иностранными профильными специалистами компаний-производства.

3. В правилах отечественных надзорных органов нет норм разборной и безразборной диагностики касательно ПД КК [3,4].

4. Отсутствие отечественного производства по разработке и созданию ПД КК.

Основанием для проведения данной научно-исследовательской работы (далее – НИР) является:

1. Исполнение договора №851ГССС15-L/81170 от 12.12.2022 г. по программе «Студенческий стартап» Фонда содействия инновациям (тема НИР: «Разработка методики диагностирования и определения остаточного ресурса механических демпферов крутильных колебаний машинно-двигательных комплексов судов»);

2. Реализация государственного задания № 122042700076-7 от 27.04.2022 г. на выполнение НИР по заказу Федерального агентства по рыболовству (тема НИР: «Разработка методики безразборной оценки ресурса механических демпферов крутильных колебаний морских и речных судов, включая рыболовный флот»);

3. Реализация задания №54-Т от 26.01.2024 г. на выполнение НИР по заказу ФГБОУ ВО «АГТУ» (тема НИР: «Разработка гидромеханического модельного демпфера крутильных колебаний судовых дизелей»).

Получены письма ведущих профильных организаций о научно-техническом сотрудничестве:

1. АО «Синара-Транспортные Машины», г. Москва;

2. Частное учреждение по обеспечению научного развития атомной отрасли «Наука и инновации» РОСАТОМ, г. Москва;

3. АО «Объединенная судостроительная корпорация», г. Санкт-Петербург.

Целевая установка направления исследований: формирование комплекса знаний (теоретических и практических) необходимых для разработки (расчетная часть и проектирование) и создания (прототип с последующими испытаниями в лабораторных условиях) первого отечественного ПД КК.

Объект исследований: ПД КК с рессорными пластинами, [5], получившие широкое распространение на судовых дизелях фирмы Wartsila, моделей 6L20, 9L20.

Начальным этапом при разработке отечественного аналога ПД КК являлось приобретение и организация доставки реальной натурной судовой модели ПД КК фирмы Geislinger модели D90/37, что послужило основой для дальнейшего практического применения технологии реверсивного инжиниринга. Первыми результатами стали построение трехмерной модели (рис. 1) в программном продукте Fusion 360, необходимой для математического моделирования процессов работы.



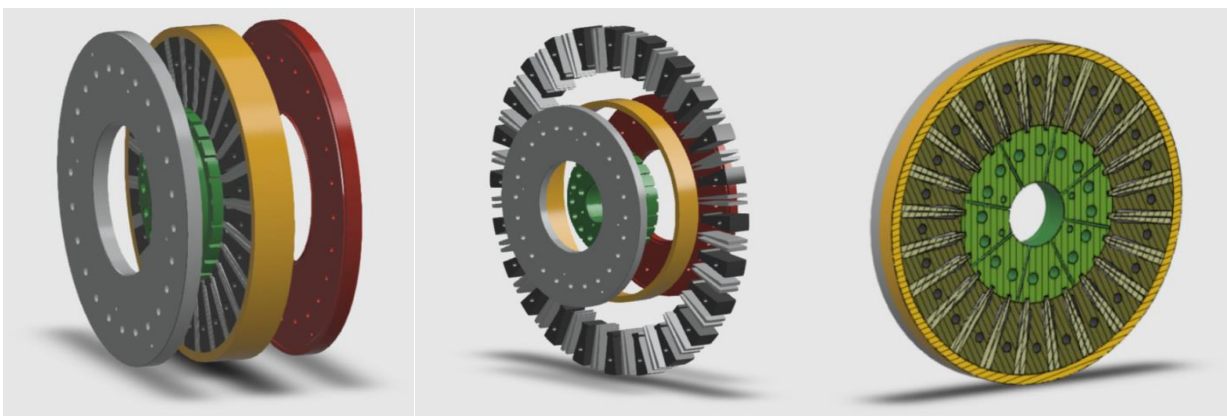


Рисунок 1 – 3D модель ПД КК при использовании программного продукта Fusion 360, [авторская разработка]

Далее была разработана методика проектирования прототипа ПД КК с учетом условий теории подобия [6] для лабораторного стенда Испытательного центра «Marine Technology Service», моделирующего работу машинно-двигательного комплекса судна, рис 2.



Рисунок 2 – Общий вид лабораторного стенда ИЦ МТС [архив авторов]

Результатом разработки методики проектирования является расчет эффективности прототипа, представленного в виде графика амплитудно-частотной характеристик на рис. 3.

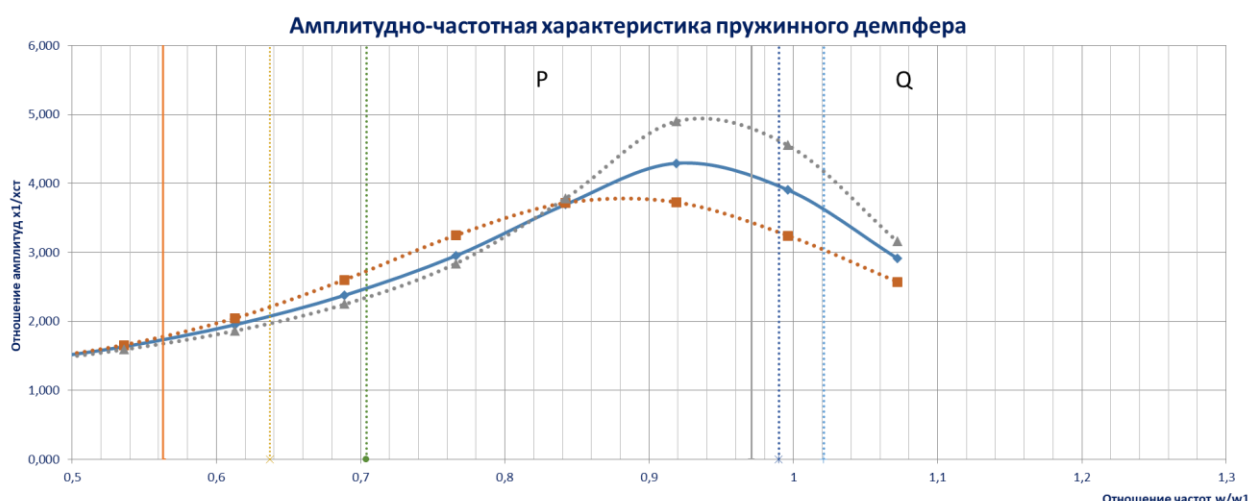


Рисунок 3 – Амплитудно-частотная характеристика прототипа ПД КК [авторская разработка]

Установлено, что оптимальная средняя толщина рессорных пластин должна составлять 0,6 мм при жесткости прототипа 1213 Н·м/рад.

Итогом выполнения НИР является полный комплект конструкторской документации на первый отечественный прототип ПД КК [7,8]. Следует отметить, для верификации результатов исследования комплект технической документации на прототип был отправлен в ФАУ «Российский морской регистр судоходства» для получения принципиального одобрения (Approval in principle).

Список литературы:

1. Ibadullaev, A.D. Problems of diagnostics of technical condition of torsional vibration dampers of modern marine diesel engines / A.D. Ibadullaev, M.N. Pokusaev, M.M. Gorbachev, K.O. Sibryaev // Recent achievements and prospects of innovations and technologies. – 2023. – Vol. 2, № 2. – P. 137–145.
2. Савченков, К.А. Обзор влияния зарубежных санкций на российское судостроение / К.А. Савченков, С.В. Вербицкий, А.В. Лобанов // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2024. – Т. 3, № 409 – С. 145–160.
3. Российский морской регистр судоходства. Руководство по техническому наблюдению за постройкой судов. НД № 2-030101-042, –СПб.: РМРС, 2024. – 527 с.
4. Российское классификационное общество. Оценка работоспособности силиконовых демпферов крутильных колебаний судовых двигателей внутреннего сгорания. Руководство Р.043-2016. – М.: РКО, 2016. – 66 с.
5. Geislinger. Damper Catalog. Version 15.9 – Salzburg, 2020. – 50 p.
6. Ефремов, Л. В. Теория и практика исследования крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий: монография / Л. В. Ефремов; Российская академия наук, Институт проблем машиноведения. – СПб.: Наука, 2007. – 276 с. – ISBN 5-02-025134-8
7. Патент № 215731 U1 Российская Федерация. Пружинный демпфер крутильных колебаний: заявлено 28.10.2022; опубликовано 23.12.2022 / Покусаев М.Н., Сибряев К.О., Горбачев М.М., Ибадуллаев А.Д.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет».
8. Ибадуллаев, А.Д. [и др.] Разработка модельного пружинного демпфера крутильных колебаний. / А.Д. Ибадуллаев, М.Н. Покусаев, К.О. Сибряев, М.М. Горбачев // Вестник

МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2023. – № 4(147) – С. 124–138. – DOI: 10.18698/0236-3941-2023-4-124-138

*Материалы международного научно-промышленного форума
Секция IV Судостроение, судоремонт и технологии
конструкционных материалов*

