

КРАТКИЕ НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 629.12.037.001.5

В. А. Мамонтов, А. И. Миронов, А. А. Халявкин, В. А. Чаплыгин

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОПРОВОДОВ СУДОВ С УЧЕТОМ ИЗНОСА ДЕЙДВУДНЫХ ПОДШИПНИКОВ

V. A. Mamontov, A. I. Mironov, A. A. Khalyavkin, V. A. Chaplygin

METHODICAL BASES OF RESEARCH OF TRANSVERSE OSCILLATIONS OF SHIP SHAFT LINES TAKING INTO ACCOUNT DETERIORATION OF DEADWOOD BEARINGS

Разрабатывается методика исследования поперечных колебаний валопровода. Учитывается реальная длина дейдвудных подшипников и возможный отрыв вала от подшипника в процессе колебаний.

Ключевые слова: поперечные колебания, валопровод, дейдвудный подшипник.

The technique of research of transverse oscillations of shaft lines is developed. The real length of deadwood bearings and possible separation of a shaft from the bearing in the course of oscillations is considered.

Key words: transverse oscillations, shaft lines, the deadwood bearing.

Судовой валопровод – часть двигательной установки судна (или корабля), предназначенная для передачи крутящего момента и восприятия осевого усилия, возникающих при её работе [1].

Проблема обеспечения надёжности работы валопроводов и дейдвудных подшипников при эксплуатации судов, особенно крупнотоннажных, является в настоящее время одной из наиболее важных и сложных, не имеющей до сих пор удовлетворительного решения. Практически срок эксплуатации крупных судов без ремонта стал определяться или зависеть почти исключительно от технического состояния дейдвудного узла.

Проблеме расчётов и проектирования валопроводов посвящено большое число работ как исследовательского, так и технологического характера. Расчётными, конструктивными и технологическими мероприятиями удалось повысить надёжность работы валопровода. Однако проведённые мероприятия не устранили многие причины, снижающие стабильность работы валопровода, а используемые расчётные схемы не позволяют изучить целый ряд явлений, имеющих место при работе валопровода, в частности исследовать изнашивание дейдвудных подшипников, влияние изнашивания дейдвудных подшипников на колебания валопровода и др.

Именно поэтому задача повышения качества и надёжности работы валопровода актуальна и в настоящее время.

Валопроводы судов представляют собой упругую систему, подвергающуюся воздействию сложной системы как стационарных, так и нестационарных нагрузок, многие из которых ещё недостаточно изучены.

Если расчёту валопровода при стационарных нагрузках посвящено достаточно много работ, то работе валопровода при нестационарных воздействиях уделено гораздо меньше внимания, хотя известно, что нестационарные нагрузки могут существенным образом повлиять на работу конструкции.

Нами разрабатывается методика исследования колебаний валопровода, учитывающая реальную длину дейдвудных подшипников, при одностороннем взаимодействии вала с подшипниками.

В работах А. И. Миронова и Л. М. Денисовой [2, 3] и других авторов установлено, что у крупнотоннажных судов наименьшую собственную частоту имеет кормовой участок валопро-

вода, т. е. при исследовании колебаний валопровода можно учитывать лишь консоль с гребным винтом и отрезок вала над кормовым дейдвудным подшипником. Поэтому расчётную схему для исследования колебаний принимаем в виде стержня, частично опирающегося на упругое основание, с односторонним взаимодействием с основанием (возможен отрыв стержня от основания в процессе колебаний) (рис. 1).

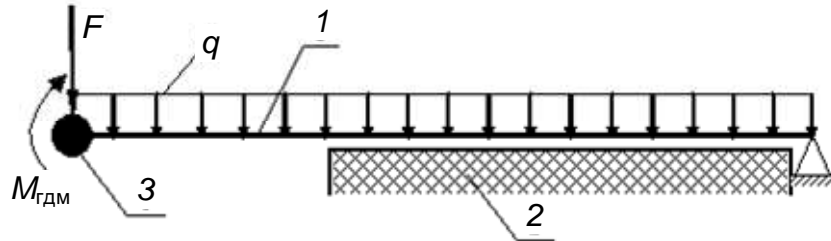


Рис. 1. Расчетная схема для исследования поперечных колебаний валопровода:
 1 – кормовой участок валопровода; 2 – упругое основание, моделирующее кормовой дейдвудный подшипник; 3 – гребной винт; F – вес винта; $M_{гдм}$ – гидродинамический момент;
 q – интенсивность распределённой нагрузки, моделирующей вес вала

Вследствие возможного при колебаниях отрыва стержня от основания длина контакта стержня с основанием периодически изменяется, что, во-первых, существенно усложняет решение поставленной задачи, во-вторых, приводит к периодическому изменению параметров системы. Известно [4], что в системах с периодическим изменением параметров возможно возникновение особого типа нелинейных колебаний, так называемых параметрических колебаний, протекающих качественно отлично от обычных механических колебаний.

С учетом сложности задачи нами был разработан алгоритм решения применительно к использованию ЭВМ, суть которого состоит в следующем:

1. Принимаем перемещения сечений в процессе колебаний малыми. Тогда можно считать, что

$$y = y_1 + y_2,$$

где y – перемещения сечений вала в процессе колебаний; y_1 – перемещения сечений вала в результате его деформации под действием только стационарных нагрузок (рис. 2); y_2 – перемещения сечений вала только от переменной составляющей гидродинамического момента (рис. 3).

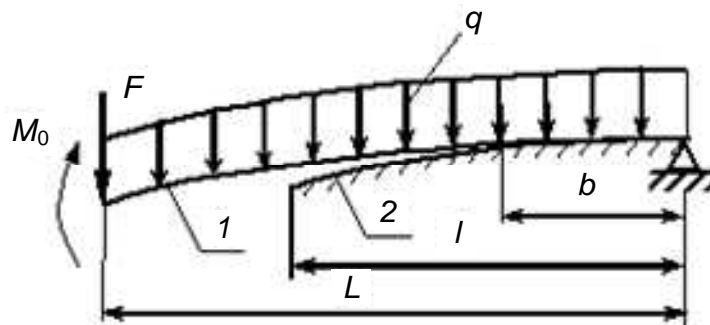


Рис. 2. Стержень под действием стационарных нагрузок: 1 – деформируемый стержень; 2 – упругое основание; M_0 – постоянная составляющая гидродинамического момента; F – вес винта; q – погонный вес стержня; b – длина контакта стержня с упругим основанием; l – длина упругого основания; L – длина стержня

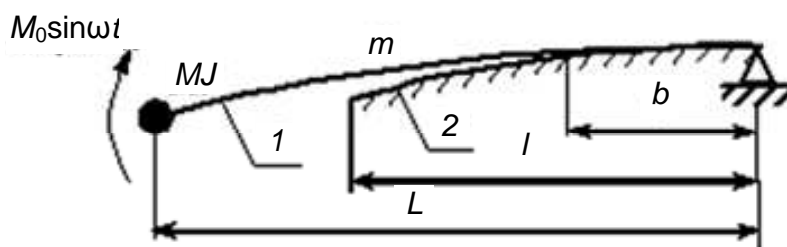


Рис. 3. Стержень под действием переменных нагрузок: M – масса винта; J – момент инерции винта; m – погонная масса стержня; M_a – амплитудная составляющая гидродинамического момента; ω – лопастная частота

Это означает, что на деформированный вал от стационарных нагрузок будем накладывать собственно колебания.

2. Период изменения гидродинамического момента разбиваем на n малых интервалов – ΔT .
3. Вычисляем длину контакта стержня с основанием и перемещение сечения y в начальный момент времени.
4. Даем времени приращение, равное ΔT .
5. Вычисляем перемещение сечения y . При этом принимаем длину контакта стержня с основанием неизменной и равной величине, определённой на предшествующем этапе.
6. Определяем новую длину контакта стержня с основанием и т. д., пока не будет пройден весь период изменения момента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подсевалов Б. В., Фомин А. П. Словарь стандартизованной терминологии в судостроении. – Л.: Судостроение, 1990. – 240 с.
2. Миронов А. И., Денисова Л. М. Метод оценки собственных частот валопровода судов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Морская техника и технология. – 2000. – С. 44–49.
3. Денисова Л. М., Миронов А. И., Халявкин А. А. К исследованию поперечных колебаний валопроводов судов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2010. – № 1. – С. 95–99.
4. Пановко Я. Г. Введение в теорию механических колебаний. – М.: Наука, 1971. – 239 с.

Статья поступила в редакцию 11.07.2011

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мамонтов Виктор Андреевич – Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; зав. кафедрой «Технология металлов»; тел.: 8 (8512) 546-176.

Mamontov Victor Andreevich – Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Science, Assistant Professor; Head of the Department "Metal Technology"; tel. 8 (8512) 546-176.

Миронов Альфред Иванович – Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Теоретическая и прикладная механика»; тел.: 8 (8512) 614-160.

Mironov Alfred Ivanovich – Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Science, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Theoretical and Applied Mechanics"; tel. 8 (8512) 614-160.

Халявкин Алексей Александрович – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Технология металлов»; тел.: 8 (8512) 614-505.

Khalyavkin Alexey Aleksandrovich – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Metal Technology"; tel. 8 (8512) 614-505.

Чаплыгин Владимир Александрович – Астраханский государственный технический университет; студент, специальность «Промышленное рыболовство»; тел.: 8 (8512) 614-505.

Chaplygin Vladimir Aleksandrovich – Astrakhan State Technical University; Student of the Speciality "Industrial Fishery"; tel. 8 (8512) 614-505.