

УДК 534.647

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВИБРОАКТИВНОСТИ АГРЕГАТИРОВАННОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИБОРА В УСЛОВИЯХ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

Франтов А.А., Гладилин Ю.А., Пялов Н.В.

АО «Концерн «НПО «Аврора», г. Санкт-Петербург, aafrantov@gmail.com

Ключевые слова: вибрация, агрегатированный прибор, испытательный стенд, методика, виброметрия.

Снижение виброактивности оборудования систем судовой гидравлики является важной технической задачей. Вибрационные характеристики сказываются как на эксплуатационных качествах системы в целом, так и на технических параметрах корабля.

Особенно сложной задача представляется в случае разработки агрегатированных приборов, представляющих собой единый конструктив, обобщающий в себе различные дросселирующие устройства, каналы проточных частей сложной формы, элементы управления задачей режимов работы, а также дублирующие каналы функционирования [1].

В представленной работе ставятся следующие задачи исследования агрегатированного прибора (АП) в условиях гидравлического испытательного стенда:

- исследование спектральной картины распределения вибрации по конструкции АП с локализацией основных источников вибрации [2];
- определение вибрационной характеристики АП на режимах с повышенным значением расхода;
- определение уровней вибрации на переходных режимах работы АП;
- оценка изменения уровней вибрации вследствие перераспределения перепада давления на рабочих органах АП – при изменении степени открытия золотника;
- оценка результатов исследования и выработка технических решений, направленных на снижение виброактивности АП в условиях испытательного стенда.

Обобщённый вид АП с указанием точек измерения вибрации представлен на рис. 1

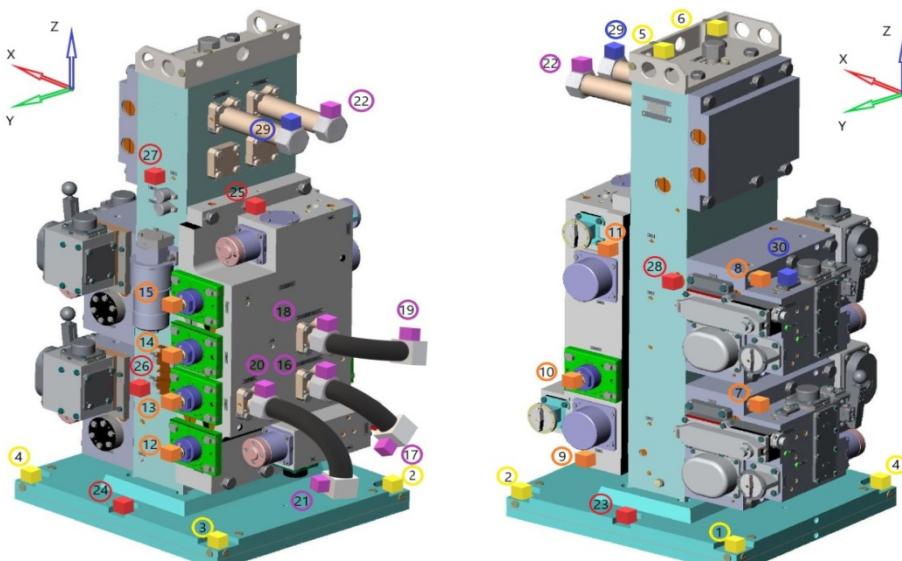


Рис. 1. Внешний вид АП, устанавливаемого на испытательный стенд, с указанием точек измерения вибрации

Для проведения испытаний, согласно поставленным задачам, требовалось разработать методику получения, систематизации и анализа большого массива данных, включающих в себя как вибрационные характеристики, так и функциональные параметры работы АП. Далее работы выполнялись в следующей последовательности:

- перед установкой на стенд АП проводилось определение собственных частот свободных колебаний конструкции и её элементов путём свободного подвеса АП. Полученные результаты учитывались при последующем анализе;
- разработана программа выполнения измерений вибрационных характеристик АП на различных гидравлических режимах его работы. Составлена карта точек контроля вибрации, определяющая характеристики конкретных элементов конструкции АП;
- разработана форма представления и анализа вибрационных характеристик по точкам измерения с температурным распределением результатов по 1/3 октавным полосам частот;
- выполнены планируемые испытания, проведён анализ результатов, определены направления работ по улучшению конструкции АП и условий его испытаний.

Примером одного из путей улучшения вибрационной характеристики АП может служить доработка конструкции его опорной плиты и узлов крепления. Необходимость этих работ вызвана проявлением в контролируемом частотном спектре одной из мод свободных колебаний плиты. Решение данной задачи искалось как по результатам экспериментальных работ, так и путём численных расчётных методов (результаты приведены на рис. 2)

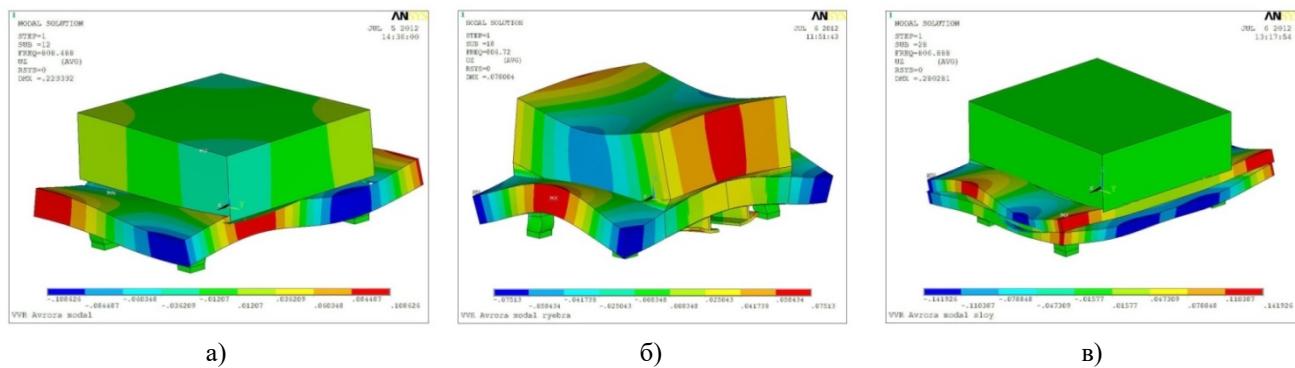


Рис. 2. Формы колебаний (в перемещениях по оси Z) рассматриваемых конструкций:
а) штатная ОП; б) ОП с рёбрами жёсткости; в) слоистая ОП

Итогом всей выполненной работы можно считать следующие результаты:

- разработанная методика оценки результатов виброметрии сложных АП показала своё удобство, гибкость и эффективность при проведении испытаний с получением больших массивов данных;
- на основе результатов анализа частотных спектров выявлены характерные дискретные составляющие элементов конструкции АП;
- предложены следующие технические улучшения вибрационного качества прибора: доработка опорной плиты и узлов АП, улучшение профилирования проточных частей рабочих органов (дросселирующие элементы, золотниковая пара), переработка стеновой оснастки и металлической опорные конструкции;
- также результатом работы стало обоснование изменения режимов эксплуатации АП с перераспределением потока рабочей жидкости на рабочих элементах.

Список литературы

- Гладилин Ю.А. Ромашов Н.Н., Франтов А.А., Исследование эффективности применения некоторых методов снижения виброактивности гидравлических приборов // Технико-технологические проблемы сервиса: СПб. 2012. № 4 (22). С. 10-13.
- Никифоров А. С. Акустическое проектирование судовых конструкций: справочник. Л.: Судостроение, 1990, 198 с.

Сведения об авторах

Франтов Андрей Анатольевич, к.т.н., старший научный сотрудник – заместитель главного акустика АО «Концерн «НПО «Аврора». E-mail: aafrantov@gmail.com. Область научных интересов: акустика, гидродинамика, гидравлика, объёмные гидромашины.

Гладилин Юрий Алексеевич, к.т.н., доцент, начальник лаборатории – главный акустик АО «Концерн «НПО «Аврора». E-mail: gladil_01@mail.ru. Область научных интересов: акустика, гидродинамика, объёмные гидромашины, лопаточные гидромашины.

Пялов Николай Владимирович, к.т.н., ведущий научный сотрудник АО «Концерн «НПО «Аврора» E-mail: Afx7cu@mail.ru. Область научных интересов: автоматизация систем управления, управляющие органы гидросистем, гидродинамика, акустика.

METHOD FOR ASSESSING THE VIBRATION ACTIVITY OF AN AGGREGATE HYDRAULIC DEVICE UNDER TEST BENCH CONDITIONS

Frantov A.A., Gladilin Yu. A., Pyalov N.V.

Concern Avrora Scientific and Production Association JSC, Saint-Petersburg, Russia,

aafrantov@gmail.com

Keywords: vibration, aggregated device, test bench, metrology, vibrometry.

Reducing the vibration activity of equipment in ship hydraulic systems is important technical challenge. Vibration characteristics affect both operational qualities of the system as a whole, and on the technical parameters of the ship.

The task seems especially difficult in the case of developing aggregated devices that represent a single construct that combines various throttling devices, channels of complex-shaped flow parts, elements task control of operating modes, as well as redundant operating channels.

The presented work process the following research objectives aggregated device (AD) in a hydraulic test bench:

- study of the spectral pattern of vibration distribution over the design on the AD with localization of the main sources of vibration;
- determination of the vibration characteristics of the AD in modes with increased flow value;
- determination of vibration levels in transient operating modes of automatic control equipment;
- assessment of changes in vibration levels due to the redistribution of the pressure drop across the working parts of the AD when the degree of spool opening changes;

– evaluation of the research results and development of technical solutions aimed at reducing the vibration activity of the AD under test bench conditions.

The following results were achieved in solving the tasks:

– the developed methodology for assessing the results of vibrometry of complex amplifier has show its convenience, flexibility and efficiency when conducting tests with acquisition of large amounts of data;

– based on the results of the analysis of frequency spectra, characteristic discrete components of the AD design elements were identified;

– the following technical improvements to the vibration quality of the device are proposed: refinement of the base plate and AD components, improvement of the profiling of the flow parts of the working bodies (throttle elements, spool pair), processing of bench equipment and metal support structures;

– also, the result of the work was the justification for changing the operating modes of the AD with the redistribution of the flow of working fluid on the working elements.