

УДК 614.872

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ НА ШУМНОСТЬ И ВИБРОАКТИВНОСТЬ

Франтов А.А., Кизилов П.И.

АО «Концерн «НПО «Аврора», г. Санкт-Петербург, Россия, mail@avrorasystems.com

Ключевые слова: шумность, проточная часть, трубопроводная арматура, плунжерная проточная часть, клетковая проточная часть, гидравлическая мощность.

В настоящее время не теряет своей актуальности проблема снижения шумности и виброактивности гидравлических систем управления техническими средствами.

Одним из основных источников шума и вибрации, распространяющихся по трубопроводам гидравлических систем, наряду с гидравлическими машинами и аппаратами, является регулирующая и запорно-регулирующая трубопроводная арматура. Характер и величина показателей шумности и вибрации таких устройств напрямую зависят от конструктивных решений, реализованных на этапе проектирования их проточных частей.

Важным этапом разработки регулирующей трубопроводной арматуры является выбор типа конструкции проточной части, учитывающий гидравлические параметры сети, требуемую форму пропускной характеристики, параметров арматуры, определяющих её как объект управления, а также шумовые характеристики. Для определения оптимальных конструктивных решений и условий эксплуатации трубопроводной арматуры на начальной стадии разработки используются методы анализа характеристик конструкции с применением программных средств конечно-элементного моделирования, а также результаты экспериментальных исследований апробированных конструкций и макетов проточных частей, полученные в условиях специализированных измерительных стендов.

В настоящей работе исследовалась следующая трубопроводная арматура:

- регулирующий клапан регулятора расхода с проточной частью плунжерного типа односедельной (клапан А);
- регулирующий клапан регулятора расхода с проточной частью плунжерного типа двухседельной (клапан Б);
- регулирующий клапан регулятора расхода с проточной частью клеткового типа (клапан В);
- макет регулирующего клапана регулятора расхода с экспериментальной проточной частью клеткового типа с многоступенчатого дроссельным участком и байпасом большого расхода (клапан Г).

Исследование акустических характеристик проточных частей ТА выполняется в условиях специализированного стенда. Стенд содержит в своём составе насосную установку, управляющую арматуру, средства шумо- и виброгашения, систему автоматизированного управления, средства измерения [1]. Наибольшее внимание при испытании современной ТА уделяется шуму, распространяющемуся по жидкостному тракту. Это связано со сложностью локализации его в источнике и отсутствием надёжных конструктивных решений, позволяющих снизить уровень шума в рабочем органе ТА.

Конструкции проточных части рассматриваемых регулирующих органов существенно отличаются и при их разработке соответствие предъявляемым нормам достигалось на определенных режимах работы, характеризующихся соответствующими им перепадами давления и расходом жидкости, зачастую значительно отличающимися от конструкции к конструкции. В связи с этим, при анализе в качестве величины, характеризующей режим работы ТА использовалась рассеиваемая в проточной части мощность, определяемая как произведение значений перепада давления, срабатывающегося на проточной части и объемного расхода рабочей среды. Для сравнения свойств рассматриваемых типов ТА были выбраны две величины рассеиваемой мощности – 1,5 кВт и 5,5 кВт (рис. 1, 2).

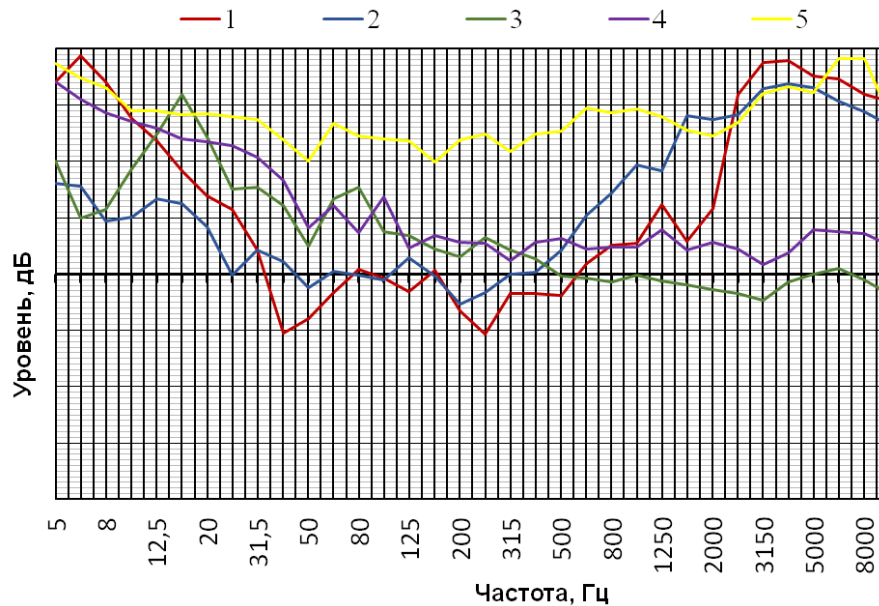


Рис. 1. Относительные уровни шума при $W \approx 1,5$ кВт:

1 – клапан А; 2 – клапан Б; 3 – клапан В; 4 – клапан Г; 5 – собственная характеристика стенда (помеха)

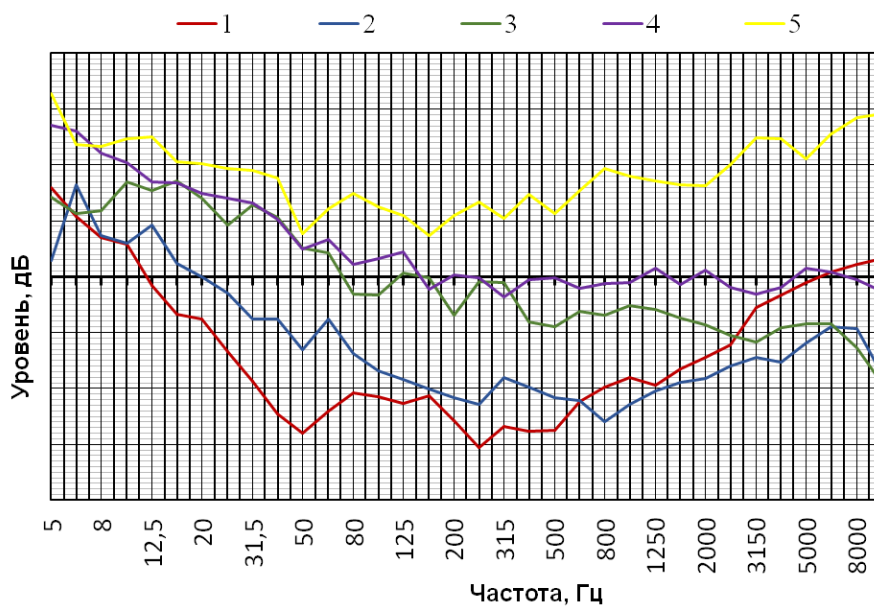


Рис. 2. Относительные уровни шума при $W \approx 5,5$ кВт:

1 – клапан А; 2 – клапан Б; 3 – клапан В; 4 – клапан Г; 5 – собственная характеристика стенда (помеха)

Как видно из представленных спектрограмм относительных уровней шумности жидкостного тракта на измерительном участке для мощности 1,5 кВт (рис. 1) и 5,5 кВт (рис. 2), приведённых к целевым значениям, можно констатировать следующие промежуточные итоги:

1. Уровни шума жидкостного тракта стенда с достаточным запасом относительно целевых показателей позволяют проводить достоверные испытания образцов ТА на рассматриваемых режимах [2].

2. На режиме $W \approx 1,5$ кВт наблюдаются характерные особенности проточных частей ТА:

– в спектре шума плунжерных проточных частей в диапазоне от 50 до 500 Гц присутствует акустически активная зона, за которой следует резкий спад уровней в высокочастотном диапазоне спектра до 10 кГц;

– клапаны с проточными частями клеткового типа характеризуются меньшими уровнями шума в широком диапазоне спектра до 500 Гц и растущими уровнями в высокочастотном диапазоне.

3. С ростом рассеиваемой гидравлической мощности на проточных частях исследуемых клапанов в случае плунжерных конструкций наблюдается резкий рост уровня шума, распространяющегося по жидкостному тракту во всём контролируемом диапазоне с сохранением спадающего характера кривой в зоне высоких частот.

4. Сравнение двух проточных частей клеткового типа показывает преимущество подхода многоступенчатого дросселирования потока рабочей жидкости с точки зрения шумности ТА [3].

Список источников

1. Будниченко, М.А. Методология создания заводских стендов для виброакустических испытаний серийно изготавливаемого судового оборудования / М.А. Будниченко, В.А. Некрасов // Труды крыловского государственного научного центра. – 2018. – №2 (384). – С. 121-130.

2. Берестовицкий, Э.Г. Проблемы создания современного специализированного стенда для виброакустических испытаний приборов и систем управления / Э.Г. Берестовицкий, С.А. Обуховский // Судостроение. – 2006. – № 4. – С. 42–45.

3. Гладилин, Ю.А. Исследование эффективности применения некоторых методов снижения виброактивности гидравлических приборов / Ю.А. Гладилин, Н.Н. Ромашов, А.А. Франтов. – СПб.: Техничко-технологические проблемы сервиса. – №4 (22). – 2012. – С. 10-13.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE DESIGN OF THE FLOW PARTS OF PIPELINE VALVES ON NOISE AND VIBRATION ACTIVITY

Frantov A.A., Kizilov P.I.

Concern Avrora Scientific and Production Association JSC, Saint-Peterburg, Russia,
mail@avrorasystems.com

Key words: Noise, flow part, pipeline fittings, plunger flow part, cell flow part, hydraulic power.

At present, the problem of reducing the noise and vibration activity of hydraulic control systems for technical equipment does not lose its relevance.

One of the main sources of noise and vibration propagating through the pipelines of hydraulic systems, along with hydraulic machines and devices, is control and shut-off and control pipeline valves. The nature and magnitude of the noise and vibration indicators of such devices directly depend on the design solutions implemented at the design stage of their flow parts.

An important stage in the development of control pipeline valves is the choice of the type of design of the flow path, taking into account the hydraulic parameters of the network, the required form of the throughput characteristic, the valve parameters that determine it as a control object, as well as noise characteristics. For these purposes, at the initial stage of development, methods for analyzing design characteristics using finite element modeling software tools are used, as well as the results of experimental studies of proven designs and layouts of flow parts, obtained in the conditions of specialized measuring stands.

The article considers the implementation of designs of known samples of various types of flow parts of control pipeline valves in terms of their noise level in various operating modes. The hydraulic and acoustic characteristics of such flow parts have been studied.

The range of tasks that need to be solved in the development of advanced flow parts with increased requirements for low noise has been determined. Technical solutions have been formulated to achieve a reduction in noise and vibration levels per unit of dissipated hydraulic power using accumulated experience and the latest technical solutions. The advantages and disadvantages of various designs are determined in terms of operational and functional characteristics. The main principles for the choice of design solutions are formulated, taking into account the noise and vibration characteristics to be laid, confirmed by the calculated data and the results of experimental studies of the flow parts. Directions for additional research are outlined.