УДК 621.9.06:628.5

Проектирование малошумной конструкции оборудования центробежно-ротационного наклёпа

М. Е. Попов, И. В. Богуславский
(Донской государственный технический университет)

Рассматривается конструкция оборудования центробежно-ротационного наклёпа длинномерных изделий. Показана высокая эффективность в снижении уровней шума в рабочей зоне до предельно допустимых значений.
Ключевые слова: *проектирование, малошумные конструкции, оборудование наклёпа.*

Введение. Существующая система шумозащиты оборудования для центробежно-ротационного наклёпа хотя и обеспечивает в производственном помещении санитарные нормы шума [1], но обладает рядом существенных недостатков:

- ограждение охватывает всю несущую систему оборудования и занимает значительную часть производственной площади;
- крышка ограждения закрывает органы управления приводом подач и имеет значительный размер, что ограничивает высоту производственного помещения;
- такая система имеет значительную металлоёмкость и требует большого количества звукопоглощающих материалов, что приводит к её большой стоимости.

Результаты исследований. Компактности, эргономичности и экономичности ограждающей звукозащитной конструкции препятствует сама компоновка токарно-винторезного станка и, в первую очередь, конструкция фартука суппорта и упрочнителя, далеко выходящего за торец станины, что не позволяет установить систему шумозащиты непосредственно на направляющие станка.

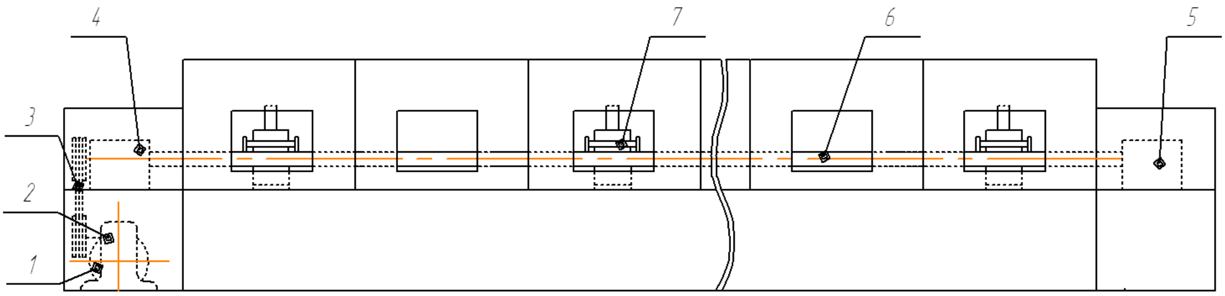

Рис. 1. Общий вид станка для центробежно-ротационного наклёпа: 1 — двигатель привода главного движения; 2 — червячный редуктор; 3 — ремённая передача; 4 — шпиндельная бабка; 5 — задняя бабка; 6 — упрочняемое изделие; 7 — звукоизолирующее ограждение

Низкие уровни вибраций на несущей системе оборудования при ротационном наклёпе позволяют отказаться от литой чугунной станины и использовать станину сварную из листовой стали (стр. 3) толщиной 10—12 мм.

Общий вид предложенной компоновки станка для центробежно-ротационного наклёпа приведён на рис. 1.

В левой тумбе станины монтируется привод вращения бабки изделия, состоящий из асинхронного электродвигателя мощностью 5,5 кВт с частотой вращения 750 об/мин, ремённой передачи с передаточным числом u = 3 и червяного редуктора с передаточным числом u = 50. В качестве бабки изделия используется шпиндельная бабка токарно-револьверного станка (например, 1Д325), в которой отсутствуют зубчатые колёса и опоры качения шпинделя заменены на опоры скольжения (рис. 2), что допустимо вследствие малой величины скорости скольжения (фактическая скорость скольжения составляет $0{,}5 \cdot 10^{-2}$ м/с).

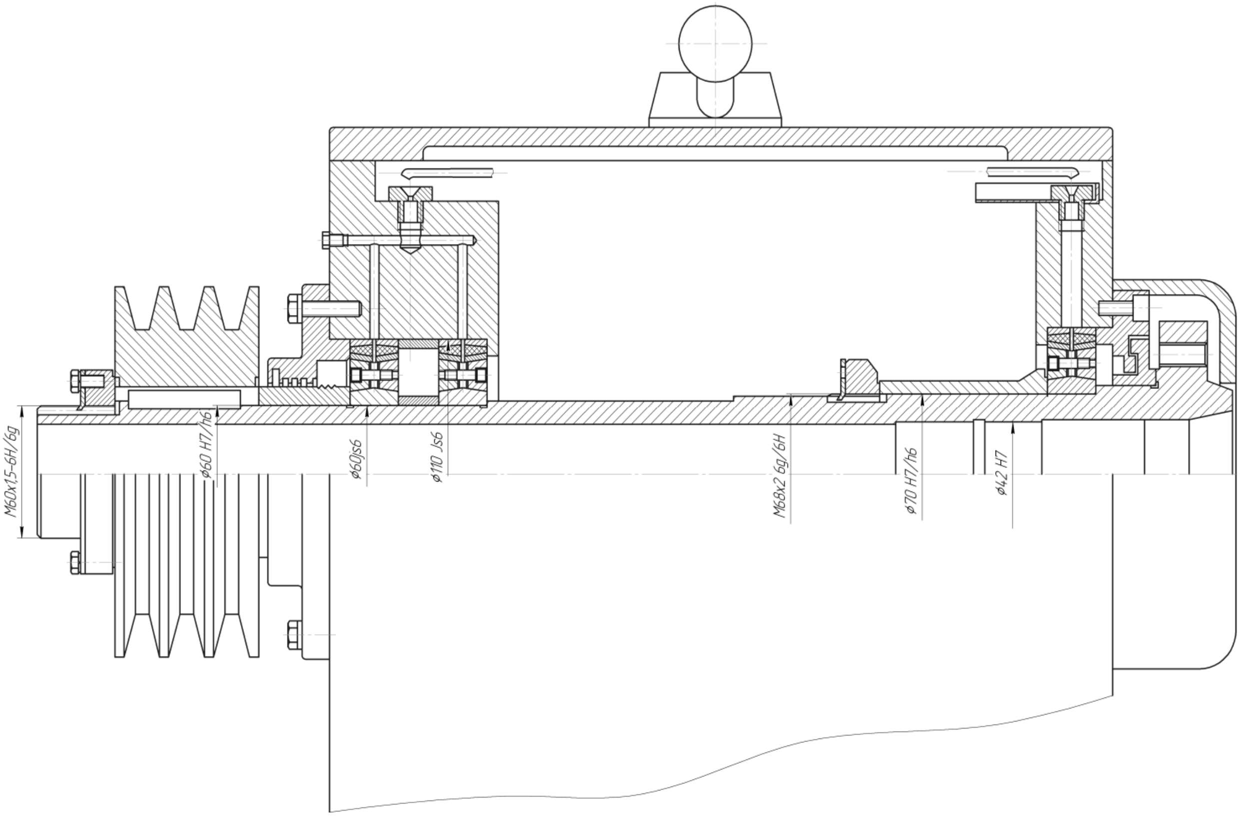

Рис. 2. Шпиндельная бабка

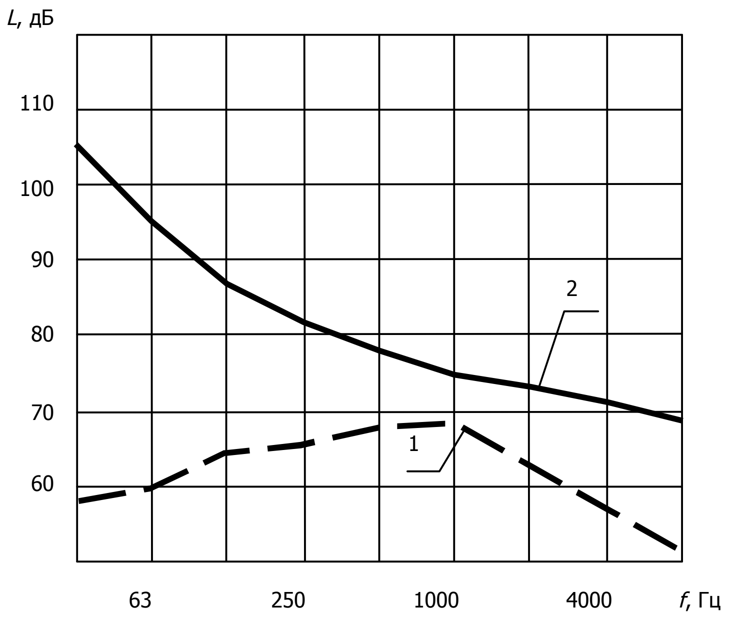

Рис. 3. Спектр шума станка на холостом ходу: 1 — холостой ход; 2 — норматив

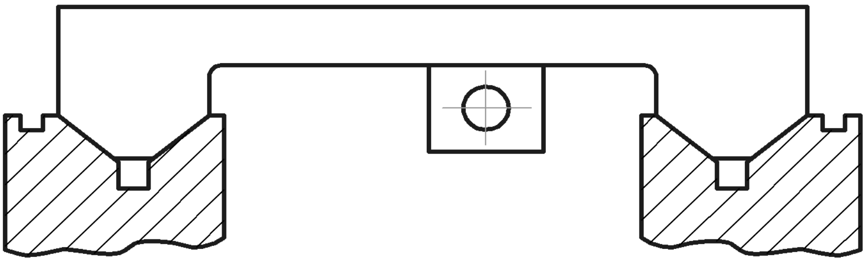

Рис. 4. Направляющие станины

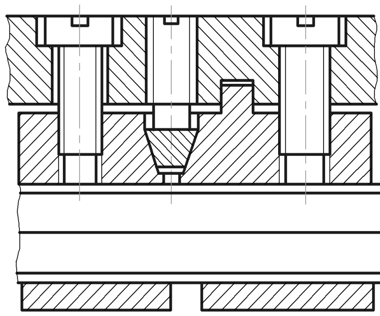

Рис. 5. Схема регулирования зазора между винтом и маточной гайкой

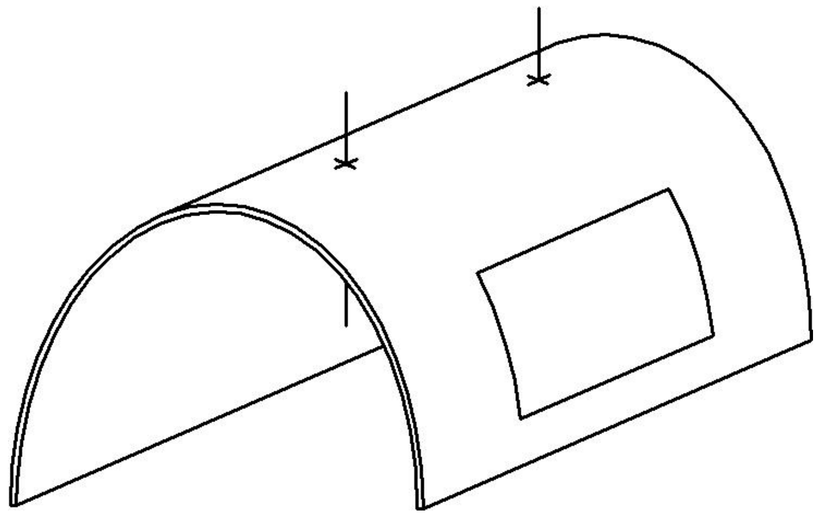

Рис. 6. Схема системы шумозащиты

Такая конструкция опор шпинделей проверена на станке для заделки тросов, показала высокую эффективность в снижении шума, излучаемого корпусной деталью. Необходимость снижения шума самой шпиндельной бабки объясняется тем, что уровни шума базовой конструкции станка на холостом ходу превышают предельно допустимые значения в шестой октаве со среднегеометрической частотой 1000 Гц, а в пятой октаве со среднегеометрической частотой 500 Гц находятся практически на предельно допустимом значении.

Смазка подшипников передней и задней опор шпинделя производится стандартным способом. Наиболее рациональной является конструкция подшипников скольжения с плавающим вкладышем. Осевая нагрузка воспринимается конической поверхностью вкладыша. Предлагаемая конструкция обеспечивает ремонтопригодность узла. Подшипник состоит из внутреннего и наружного колец, которые изготавливаются из термообработанной подшипниковой стали типа ШХ15. Между кольцами располагается плавающий конический вкладыш из бронзы С30. Вкладыш состоит из двух колец, стягиваемых тремя шпильками, позволяющими регулировать зазор в подшипнике, возникающий в результате износа. Наружное кольцо имеет отверстие для подачи смазки в зону трения. Оно представляет собой резинометаллический сэндвич. В качестве упругого слоя использован полиуретан СКУ-ПФЛ, играющий роль барьера виброизоляции. Замена подшипников обеспечила выполнение санитарных норм шума самого станка (рис. 3). Направляющие станины выполнены призматическими (рис. 4).

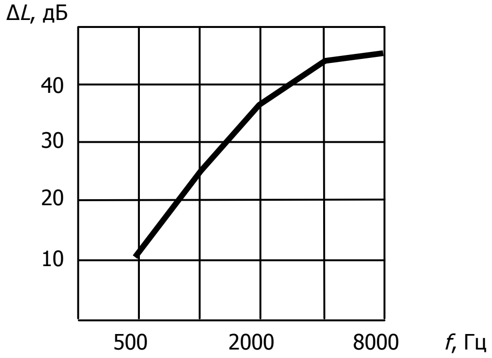

Рис. 7. Требуемые величины снижения шума

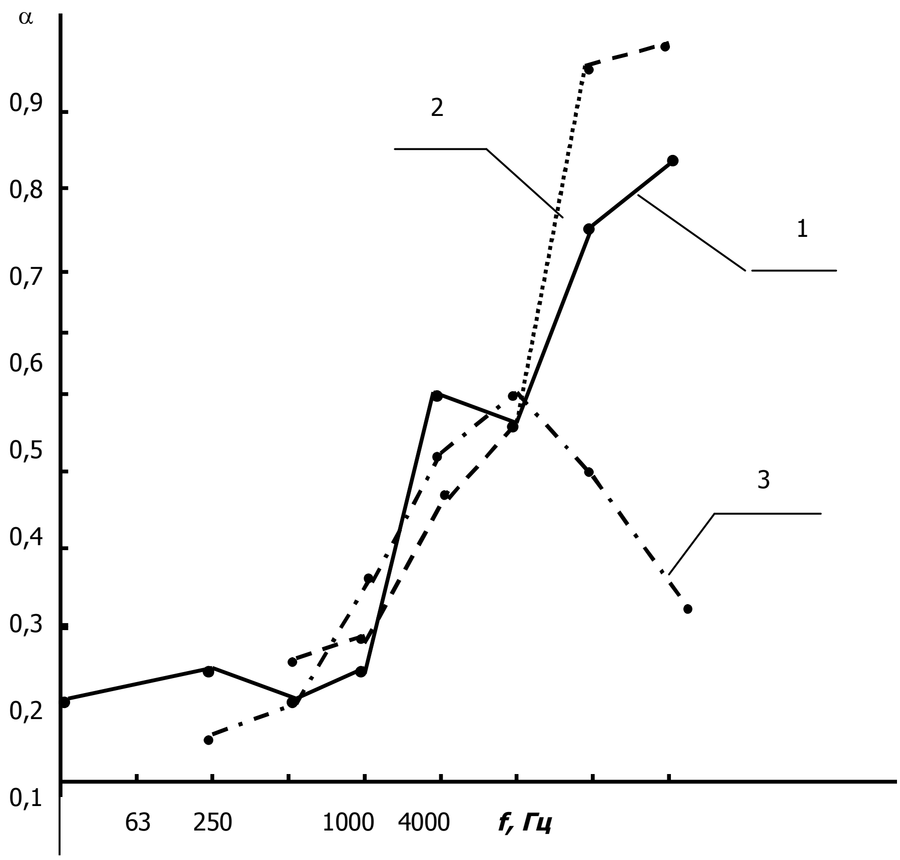

Рис. 8. Коэффициенты звукопоглощения войлока толщиной 15 мм (1), пенополиэтилена и прессованного полотна толщиной 3 мм (2) и губчатой резины (3)

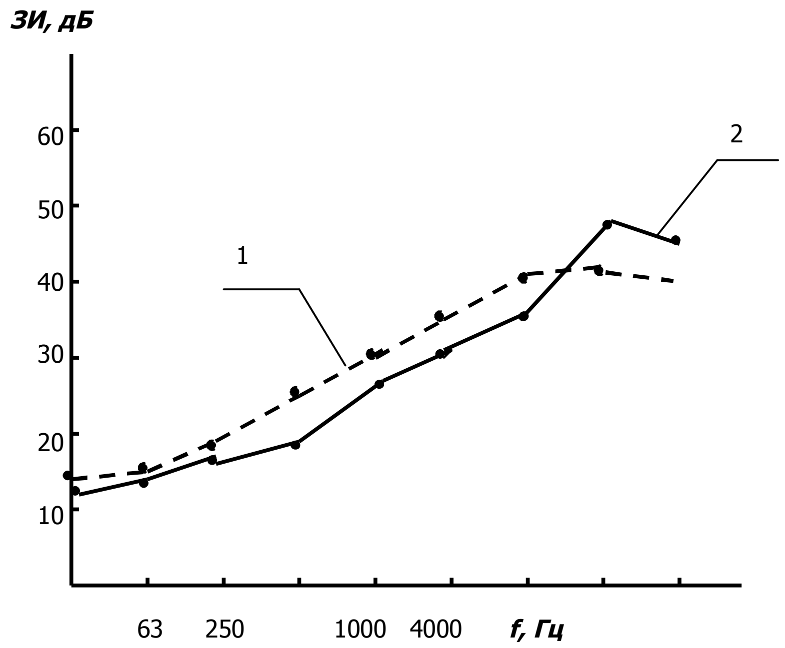

Рис. 9. Звукоизолирующие (ЗИ) свойства ограждения:
1 — экспериментальные данные; 2 — расчётные данные

Стол станка уже направляющих на 12—15 мм с каждой стороны. Ширина станины и стола выбрана с таким расчётом, чтобы противовес упрочнителя не выходил за их габариты. Ходовой винт вследствие значительной длины выполнен составным, расположен внутри станины и крепится к станине на кронштейнах. Гайка крепится непосредственно к столу (рис. 5).

Гайка состоит из двух частей. Одна закреплена неподвижно, а другая может смещаться в осевом направлении при помощи винта и клина. Со стороны основания станина герметизирована поддоном.

Привод подач включает высокомоментный двигатель постоянного тока, соединяемый с ходовым винтом торцевой муфтой. Корпус двигателя крепится непосредственно на стенку станины внутри правой ниши.

Система шумозащиты также представляет собой арочную конструкцию, состоящую из нескольких секций (рис. 6) длиной 3 м каждая. Секции устанавливаются в пазы станины.

Поскольку процесс упрочнения занимает до 8 часов, секции целесообразно изготавливать съёмными. Высота секции определяется упрочнителем, зазор между внутренней поверхностью ограждения и упрочнителем не должен превышать 8—10 мм. Левая крайняя секция с торца имеет крышку для замены шкива ремённой передачи бабки изделия. Правая крайняя секция со стороны задней бабки снабжена крышкой для регулировки заднего центра. Такая конструкция обеспечивает практически полную герметизацию. Несущая часть ограждения выполнена из листовой стали толщиной 1,2 мм и с внутренней поверхности облицована звукопоглощающим материалом. Со стороны оператора предусмотрены открывающиеся окна из поликарбонатного стекла толщиной 15 мм.

Расчёты шума, выполненные согласно разработанной методике, определили выбор материалов (и их толщины), обеспечивающих необходимые параметры звукопоглощения и звукоизоляции по критерию выполнения требуемых величин снижения шума (рис. 7).

Основное внимание уделено частотному диапазону 1000—3000 Гц, в котором для выполнения санитарных норм шума необходимо обеспечить акустическую эффективность системы шумозащиты 25—45 дБ.

Стальная часть звукозащитного ограждения с наружной стороны облицована губчатой резиной 8470, имеющей малое значение плотности $\rho = 0{,}17 \cdot 10^3$ *кг / м*^{3} и достаточно высокий коэффициент потерь колебательной энергии $\eta = 0{,}46$ толщиной 2—3 мм. С внутренней стороны стальная часть ограждения облицована пенополиэтиленом с прессованным полотном (толщина 3 мм), т. к. этот материал обладает наиболее высокими звукопоглощающими свойствами в интервале частот 2000—8000 Гц.

Наиболее слабым элементом системы шумозащиты являются смотровые окна. Поэтому для обеспечения требуемого снижения шума смотровые окна выполнены как двойное остекление толщиной 3 мм с воздушным промежутком 5 мм.

Расчётные и экспериментальные данные звукоизолирующих свойств ограждения приведены на рис. 9.

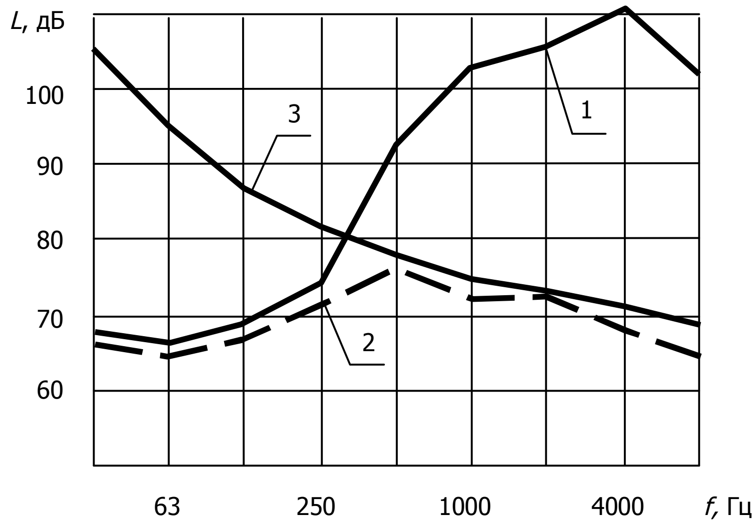

Рис. 10. Спектры шума на рабочем месте: 1 — спектр шума работающей установки; 2 — спектр шума установки с звукоизолирующим ограждением; 3 — норматив шума

Заключение. Таким образом, установка разработанной системы шумозащиты обеспечила выполнение санитарных норм шума в производственном помещении даже без акустической облицовки стен и потолка, что показано на рис. 10.

Библиографический список

1. Стрельченко, С. Г. Виброакустические расчёты и проектирование систем шумозащиты при центробежно-ротационном наклёпе длинномерных заготовок: монография / С. Г. Стрельченко, С. А. Шамшура, А. Н. Чукарин. — Ростов-на-Дону: Изд. центр Дон. гос. техн. ун-та, 2005. — 164 с.

Материал поступил в редакцию 26.01.2012.

References

1. Strel`chenko, S. G. Vibroakusticheskie raschyoty` i proektirovanie sistem shumozashhity` pri centrobezhno-rotacionnom naklyope dlinnomerny`x zagotovok: monografiya / S. G. Strel`chenko,

S. A. Shamshura, A. N. Chukarin. — Rostov-na-Donu: Izd. centr Don. gos. texn. un-ta, 2005. — 164 s. — In Russian.

LOW-NOISE AXIFUGAL ROTATING HARDENING MACHINERY DESIGN

M. E. Popov, I. V. Boguslavskiy
(Don State Technical University)

The axifugal rotating hardening machinery construction of the long components is considered. High efficiency in noise abatement in the operating place up to the admissible limit values is shown.
Keywords: *constructional design, low-noise constructions, hardening machinery.*