

Нагрузочно-имитирующие устройства испытательных стендов для исследования надёжности механизмов фрезерных станков

08, август 2014

Серёгин Н. Г.

УДК: 629.3.018.2

Россия, МГТУ им. Баумана

seregin-ng@mail.ru

В новых условиях хозяйствования высокое качество изделий становится действенным средством повышения прибыли предприятия, в том числе за счёт снижения потерь от неисправимого брака, потерь на исправление дефектов в процессе производства, расходов на гарантийное обслуживание и ремонт, штрафных санкций за невыполнение изделиями технических требований в эксплуатации.

В настоящее время разработаны положения проведения эксплуатационных и стендовых испытаний на надёжность фрезерного оборудования, а также рабочие методики испытаний конкретных видов станков. Под стендовыми испытаниями понимается экспериментальное определение численных показателей надёжности оборудования, установленного на испытательном стенде, воспроизводящем комплекс воздействий и условий в соответствии с программой испытаний.

Объектами стендовых испытаний могут быть отдельные элементы, функциональные узлы и станки в целом, так как это позволяет распространить результаты испытаний на другое оборудование, имеющее аналогичные функциональные узлы, а также использовать эти данные при разработке новых станков. Стендовые испытания, которые обеспечивают получение необходимой информации быстрее, чем в предусмотренных условиях и режимах эксплуатации, называются ускоренными. Стендовые ускоренные испытания дают информацию о новых станках и позволяют судить об их надёжности уже на этапах проектирования и отработки опытных образцов [1].

Существующие методы ускорения, применяемые при испытаниях оборудования можно разделить на две группы: ускорение за счёт интенсификации износных процессов и ускорение получения информации об износных процессах. Испытания первой группы, в которых достигается увеличение скорости утраты работоспособности станков, также называют форсированными. Основным достоинством форсированных испытаний является значительное их ускорение, при этом необходимо провести ряд предварительных исследований с целью выбора режима нагружения, не вызывающего изменения физической сущности процесса изнашивания, т. е. определить коэффициент ускорения.

Существует ряд методов, позволяющих проводить испытания без предварительного определения коэффициента ускорения. Наибольшее распространение из них на практике получил метод «запросов». Он основан на последовательном чередовании нагрузок: нормальной (запрос) и форсированной. Далее в ходе испытаний устанавливают связь между временем накопления износа на каждом интервале форсированного режима и временем накопления той же величины износа при нормальном режиме.

Надёжность фрезерных станков в основном определяется надёжностью, в них входящих, суппортных узлов или проще суппортов. Часть фрезерного суппорта, представляющая собой вал – держатель режущего инструмента, называется рабочим валом или шпинделем.

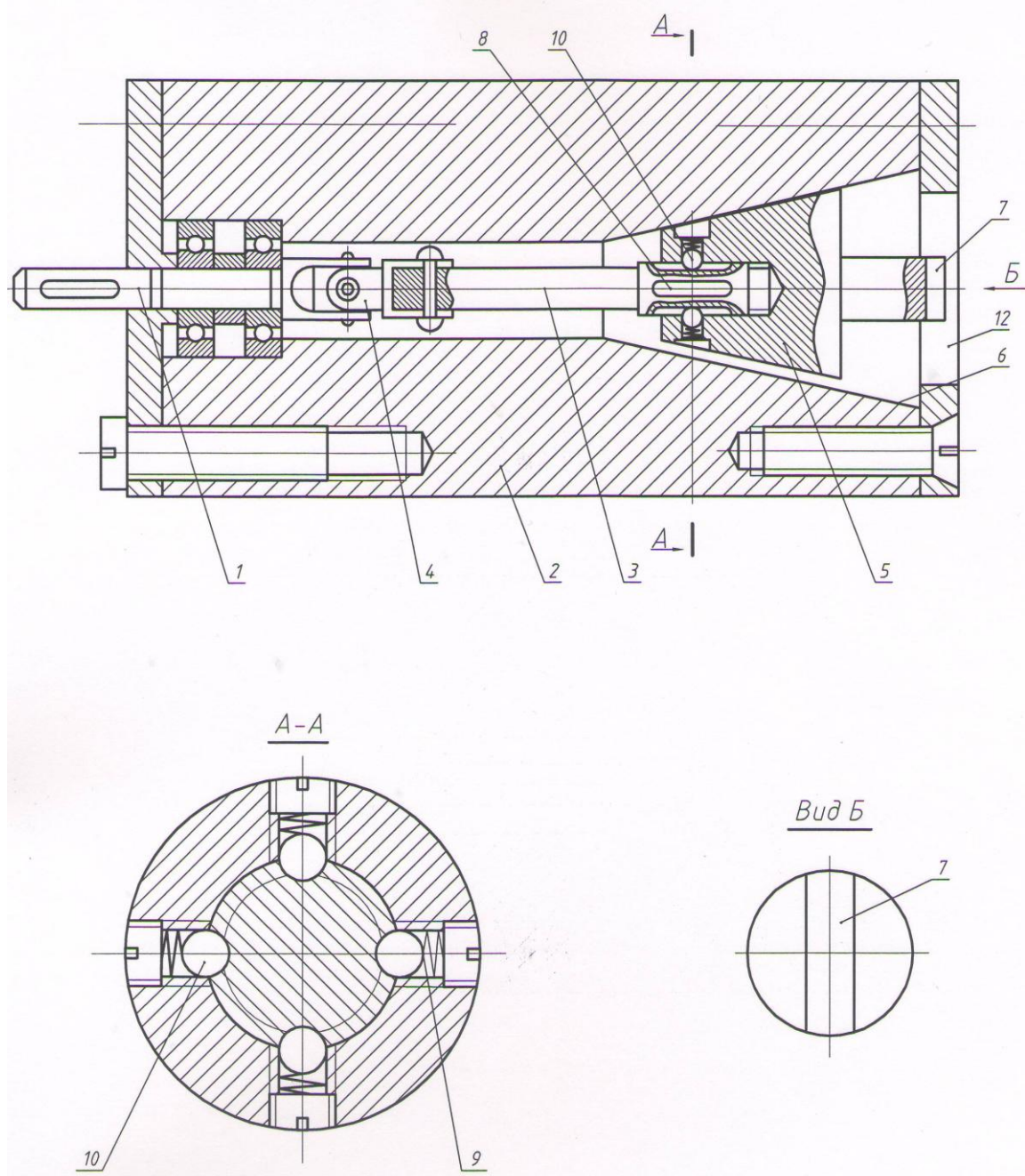


Рис. 1. Планетарный вибратор.

Точность вращения, виброустойчивость, жесткость, надёжность шпиндельного узла в значительной степени определяют качественные характеристики обработки на фрезерном станке: технологическую точность, шероховатость обработанных поверхностей, стабильность технологического процесса. Динамическое нагружение фрезерных шпинделей усугубляется наличием больших инерционных нагрузок, возникающих при вращении фрез массой 10 килограмм и более, имеющих значительный дисбаланс. При этом инерционные нагрузки на шпиндель часто по амплитуде превосходят силы резания.

Инерционные нагрузки на механизмы фрезерных станков в условиях физического моделирования при проведении стендовых ускоренных испытаний воспроизводятся нагрузочно-имитирующими устройствами. К ним относятся инерционные вибраторы или динамические роторные нагружатели.

Планетарный вибратор, представленный на рис. 1, содержит шпиндель 1, установленный в корпусе 2 и связанный с валом 3 посредством двойного универсального шарнира 4 [2]. На конце вала 3 установлен конический бегунок 5 с возможностью взаимодействия с конической поверхностью 6 на корпусе 2. Бегунок 5 образует с валом 3 винтовую кинематическую пару и имеет на торце шлиц 7. На резьбовом участке вала 3 выполнены продольные пазы 8, а в радиальных отверстиях 9 бегунка 6 размещены подпружиненные шарики 10, расположенные в пазах 8. На торце корпуса 2 закреплена съёмная крышка 11, имеющая отверстие 12 для доступа к шлицу 7 бегунка 5.

Планетарный вибратор работает следующим образом. Вращение шпинделя 1 через двойной универсальный шарнир 4 передаётся валу 3 с бегунком 5. Бегунок 5 обкатывается по конической поверхности 6 корпуса 2, что вызывает вибрацию механизмов фрезерного станка, на котором установлен вибратор. При необходимости регулирования параметров колебаний через отверстие 12 в крышке 1 при остановленном шпинделе 1, поворачивая отвёрткой шлиц 7, перемещают бегунок 5 вдоль оси вала 3 по его резьбовому участку. При этом шарики 10, взаимодействуя с пазами 8, по окончании регулировки осуществляют взаимную фиксацию вала 3 и бегунка 5, обеспечивая в процессе работы вибратора неизменность параметров колебаний.

Вышерассмотренное техническое решение предназначено для ускоренных испытаний технологического оборудования при прогнозировании его надёжности. Оно обеспечивает уменьшение габаритов и упрощение конструкции вибратора, а также повышение надёжности его работы.

Для испытаний на надёжность фрезерного суппорта разработаны нагрузочные устройства, представленные на рис. 2 [3] и на рис. 3 [4].

Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков [3] (рис. 2) включает подшипниковый узел, состоящий из корпуса 1, зафиксированного относительно суппорта станка, в котором установлены два радиально-упорных подшипника 2, закрытых крышками 3 и насаженных на втулку 4, закреплённую на шпинделе станка 5. На корпусе 1 закреплён сердечник 6 электромагнита 7 с двумя обмотками 8 и 9 постоянного и переменного тока. Вдоль стола станка 10 закреплён на кронштейнах 11 электромагнит 12, имеющий

сердечник 13 прямоугольного сечения, длина которого превышает длину стола 10, с намотанной вдоль него обмоткой постоянного тока 14, плоскость витков которой параллельна плоскости витков электромагнита 7. Оба электромагнита 7 и 12 установлены друг относительно друга с зазором. Сердечник 6 электромагнита 7 крепится к корпусу 1 с помощью S-образных кронштейнов 15, в которых выполнены резьбовые отверстия под микрометрические винты 16 с контргайками 17, взаимодействующими с упором 18, установленным на суппорте станка.

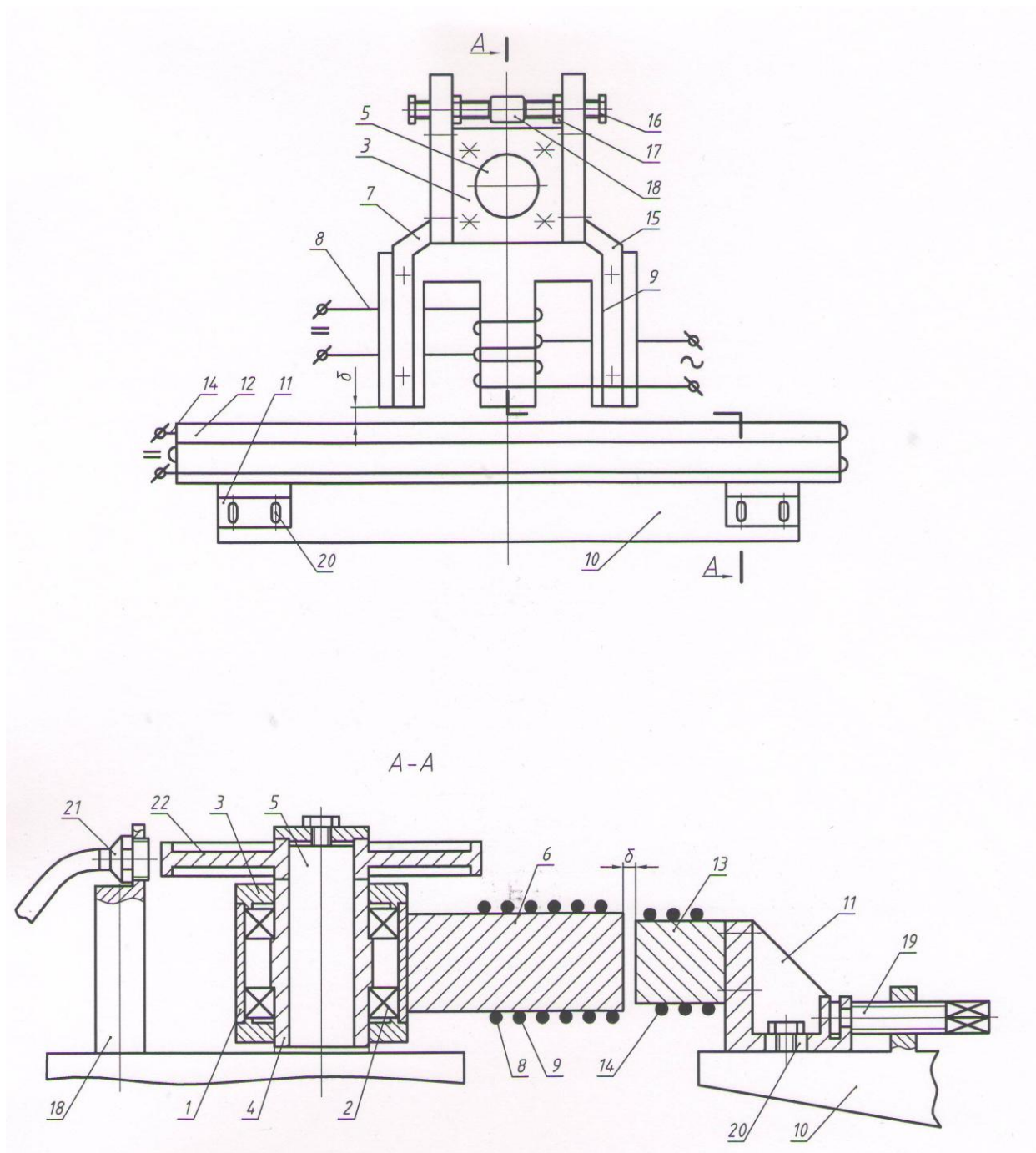


Рис. 2. Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков.

На столе станка 10 установлены микрометрические винты 19, взаимодействующие с кронштейнами 11, имеющими пазы 20 для настроечных перемещений. Определения соответствия имитируемой нагрузки реальным нагрузкам при натурном резании осуществляется индуктивным датчиком 21, установленным в резьбовом отверстии упора 18 с зазором относительно измерительного диска 22, установленного на шпиндель станка 5 над втулкой 4 подшипникового узла.

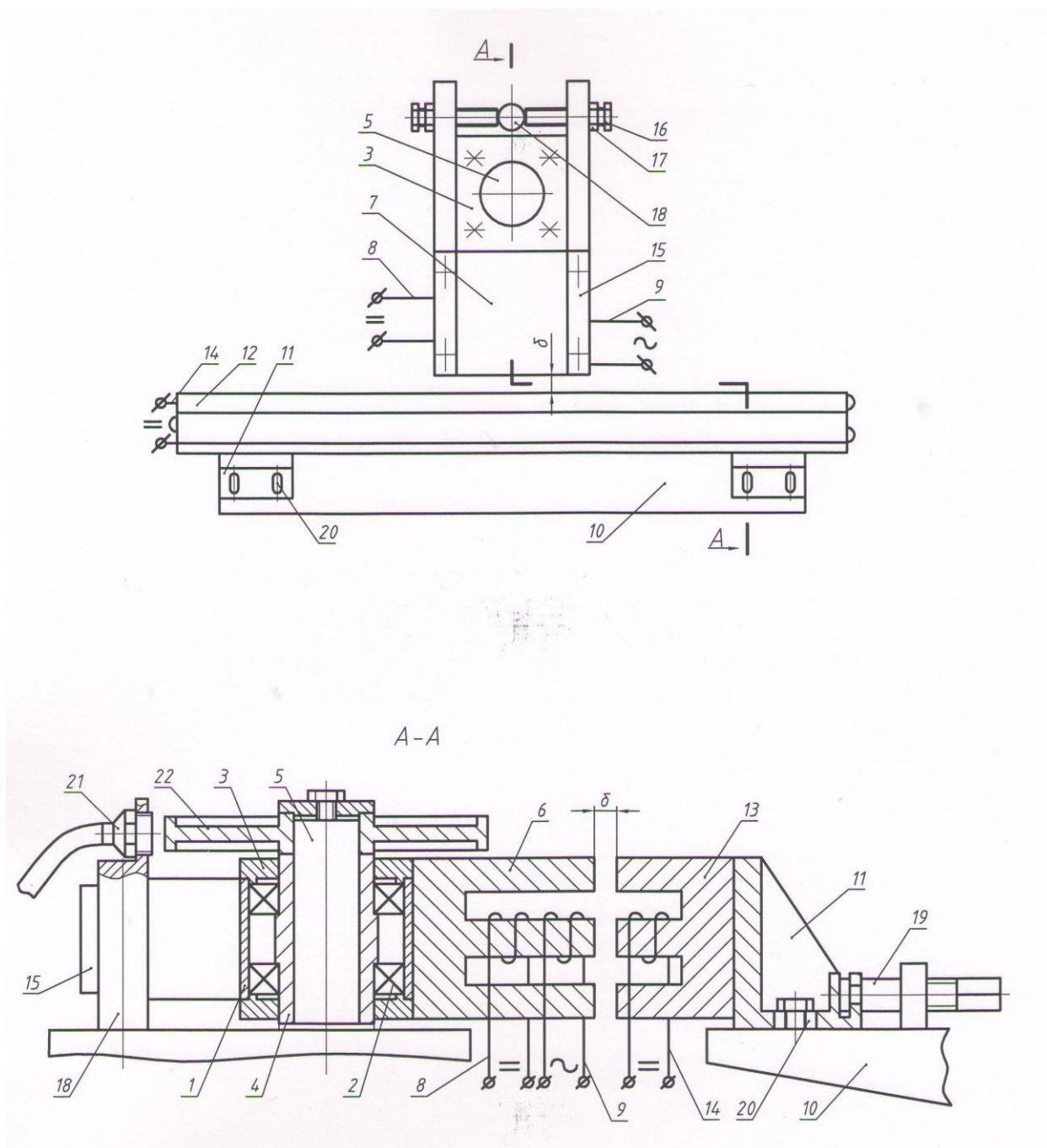


Рис. 3. Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков.

Нагрузочное устройство работает следующим образом. Включается привод вращения шпинделя 5. За счёт наличия подшипников в подшипниковом узле корпус 1 остаётся неподвижным. С помощью винтов 16 и 19 уточняется установка электромагнитов 7 и 12

относительно друг друга с заданным зазором. Включается механизм подачи станка и подаётся напряжение на клеммы обмоток 8, 9 и 14. Создание сил затягивания или отжима обеспечивается электромагнитными силами притяжения или отталкивания между сердечниками 6 и 13 электромагнитов 7 и 12 за счёт изменения полярности обмотки постоянного тока 14 электромагнита 12. Вращение шпинделя 5 необходимо для моделирования дисбалансных сил от неуравновешенности фрез.

Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков рассмотренное выше предназначено для создания сил, имитирующих рабочие нагрузки, действующие на механизмы резания и подачи фрезерных станков при испытаниях станков без реальной обработки заготовок, при этом расширены возможности нагрузочного устройства за счёт имитации как сил затягивания заготовки при фрезеровании, так и сил отжима.

Однако проведённые испытания показали [1], что более эффективным является нагрузочное устройство [4], изображённое на рис. 3, отличающееся тем, что электромагниты 7 и 12, оборудованные сердечниками 6 и 13 соответственно, выполнены одинаковой в сечении Ш-образной формой (рис. 3, разрез А-А). Что повышает в процессе испытаний величину электромагнитных сил по сравнению с нагрузочным устройством, изображённым на рис. 2, и позволяет при тех же энергозатратах расширить диапазон имитирования сил резания, возникающих в условиях реального фрезерования.

Рассмотренные в настоящей статье нагрузочно-имитирующие устройства испытательных стендов для исследования надёжности механизмов фрезерных станков прошли проверку при выполнении экспериментальных исследований [1] и могут быть рекомендованы для решения задач по оценке и прогнозированию надёжности механизмов фрезерных станков на этапах проектирования и отработки опытных образцов, а также для проведения сертификационных испытаний серийного фрезерного оборудования.

Список литературы

1. Серёгин Н. Г. Оценка и прогнозирование надёжности фрезерного суппорта на этапах проектирования и отработки опытного образца: дис. ... к. т. н. : 05.21.05 : защищена 24.04.98 : утв. 01.07.98 / Серёгин Николай Григорьевич. – М.: МГУЛ, 1998. – 182 с.
2. Пат. 1787571 Российская Федерация, МКИ В 06 В 1/16. Планетарный вибровозбудитель / Данилов С. А., Серёгин Н. Г. ; заявитель и патентообладатель Моск. гос. ун-т леса. – № 4286777/63 ; заявл. 16.07.87 ; опубл. 15.01.93, Бюл. № 2. – 3 с. ; 3 ил.
3. Серёгин Н. Г. Методика расчёта надёжности механизмов автоматизированных станочных линий: учеб. пособие / Серёгин Н. Г., Завражнов А. А. – М: МГУЛ, 2000. – 20 с. : ил.
4. Пат. 2005007 Российская Федерация, МКИ В 23 С 9/00. Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков / Бондарь В. Г., Воякин А. С., Серёгин Н. Г. ; заявитель и патентообладатель Моск. гос. ун-т леса. – № 4624702/08 ; заявл. 22.12.88 ; опубл. 30.12.93, Бюл. № 47-48. – 3 с. ; 2 ил.

5. Пат. 2005008 Российская Федерация, МКИ В 23 С 9/00. Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков / Бондарь В. Г., Воякин А. С., Резневский В. А., Серёгин Н. Г. ; заявитель и патентообладатель Моск. гос. ун-т леса. – № 4819983/08 ; заявл. 26.04.90 ; опубл. 30.12.93, Бюл. № 47-48. – 4 с. ; 2 ил.