

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

**ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ
ENGINEERING TECHNOLOGY**

Научная статья

УДК 621.9.06

DOI: 10.26730/1999-4125-2026-2-5-16

ДВУХСУППОРТНЫЙ ТОКАРНЫЙ СТАНОК**Балашов Александр Владимирович, Маркова Маргарита Ивановна*,
Леонов Сергей Леонидович, Черданцев Алексей Олегович**

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

* для корреспонденции: margarita-markova@inbox.ru

Аннотация.

Применение специализированных станков для условий крупносерийного и массового производства обуславливается высоким уровнем производительности при обработке деталей конкретного типа и назначения. Производительность обработки обеспечивается сокращением вспомогательного времени на операции, методами установки заготовки, подбором режущего инструмента и режимов резания. Проектирование и эксплуатация такого оборудования для крупносерийного и массового типов производства является актуальным направлением. В статье рассмотрены основные этапы проектирования токарного двухсуппортного станка для растачивания отверстий в конической втулке. На основе задач и ожидаемых результатов, представленных в техническом задании, разработана компоновка токарного станка, представлена кинематическая схема. Для устранения погрешности установки заготовки представлена схема внесения компенсации в размер статической настройки станка. Для согласования перемещения правого и левого суппортов, систем загрузки заготовок и выгрузки деталей, включения и выключения шпинделя и длительности перемещения рабочих органов станка, составляющих общий автоматический цикл, разработана циклограмма работы станка. Разработана 3D-модель станка и конструкторская документация на станок, на основе которой был изготовлен токарный станок для растачивания поверхности втулки с правой и левой стороны с одного установка заготовки. Загрузка заготовок осуществляется автоматически через питатель. Работа главных элементов станка реализуется с помощью шариковинтовых пар и шаговых двигателей. Изготовленный станок соответствует техническому заданию. Для повышения точности позиционирования узлов станка и корректировки режимов резания проведены расчеты переходных процессов на основе теории автоматического управления. Завершающим этапом запуска станка в эксплуатацию является отладка управляющей программы.

**Информация о статье**

Поступила:

24 декабря 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 мая 2026 г.

Принята к публикации:

11 июня 2026 г.

Опубликована:

29 июня 2026 г.

Ключевые слова:

токарный станок, этапы проектирования, адаптивное управление, 3D-моделирование

Для цитирования: Балашов А.В., Маркова М.И., Леонов С.Л., Черданцев А.О. Двухсуппортный токарный станок // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2026. № 2 (174). С. 5-16. DOI: 10.26730/1999-4125-2026-2-5-16, EDN: NVKCPЕ

Введение

Специализированные станки представляют собой важный класс оборудования, используемый преимущественно в условиях

крупносерийного или массового производства, где обработка деталей должна происходить быстро, эффективно и стабильно, обеспечивая высокое качество продукции. Эти станки имеют

долгую историю развития и широко описаны в специальной литературе, посвященной вопросам металлообработки и машиностроительного производства [1].

Особенности специализированных станков заключаются в строгой ориентации на выполнение определенных технологических операций над деталями, обладающими специфическими характеристиками. К таким характеристикам относятся габаритные размеры, форма конструкции, требования к точности размеров и шероховатости поверхности, физико-механические свойства используемых материалов и многие другие факторы. Именно поэтому специализированные станки

проектируются и изготавливаются исходя из конкретных потребностей производства, ориентируясь на детали конкретного типа и назначения.

Использование универсальных станков для обработки сложных и массовых деталей часто оказывается экономически невыгодным решением. Универсальное оборудование требует значительных вложений в оснастку и приспособления, большое количество смен инструмента и длительного цикла переналадки, что существенно увеличивает затраты на производство и снижает производительность труда [2]. Помимо экономических аспектов, использование универсального оборудования

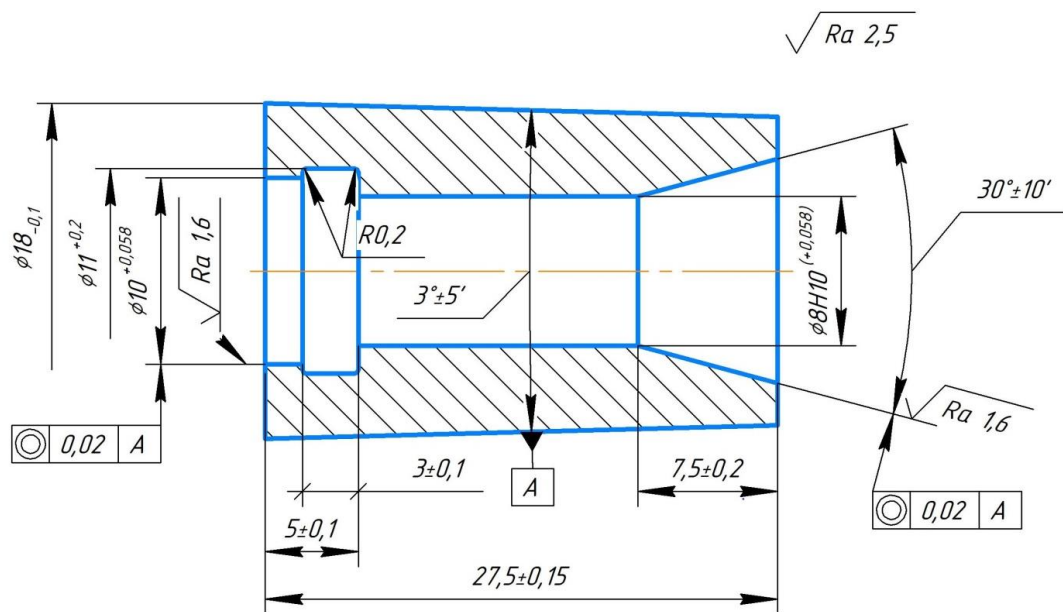


Рис. 1. Фрагмент чертежа втулки
Fig. 1. Fragment of the bushing drawing

Таблица 1. Отдельные элементы технического задания
Table 1. Individual elements of the terms of reference

Элемент	Формулировка
1. Наименование темы	Проектирование специализированного токарного станка для растачивания отверстий во втулках.
2. Цель работы	Спроектировать специализированный токарный станок для растачивания отверстий во втулках с одного станова.
3. Задачи	Проектирование принципиальной схемы токарного станка для обработки отверстий с одного станова. Подбор режущих инструментов для обработки поверхностей втулки. Разработка компоновки токарного станка. Рабочее проектирование конструкции токарного станка. Оформление конструкторской документации токарного станка.
4. Ожидаемые результаты	Точность позиционирования рабочих органов станка, не более, мм – 0,03. Мощность главного электродвигателя, кВт – 1,1. Производительность, не менее, шт/мин – 2. Возможность переналадки для изготовления втулок другой номенклатуры – имеется. Возможность автоматической загрузки заготовок и выгрузки деталей – имеется.

также сопряжено с проблемами стабильности качества обрабатываемых изделий, поскольку обеспечение требуемого уровня точности и повторяемости характеристик становится сложной задачей.

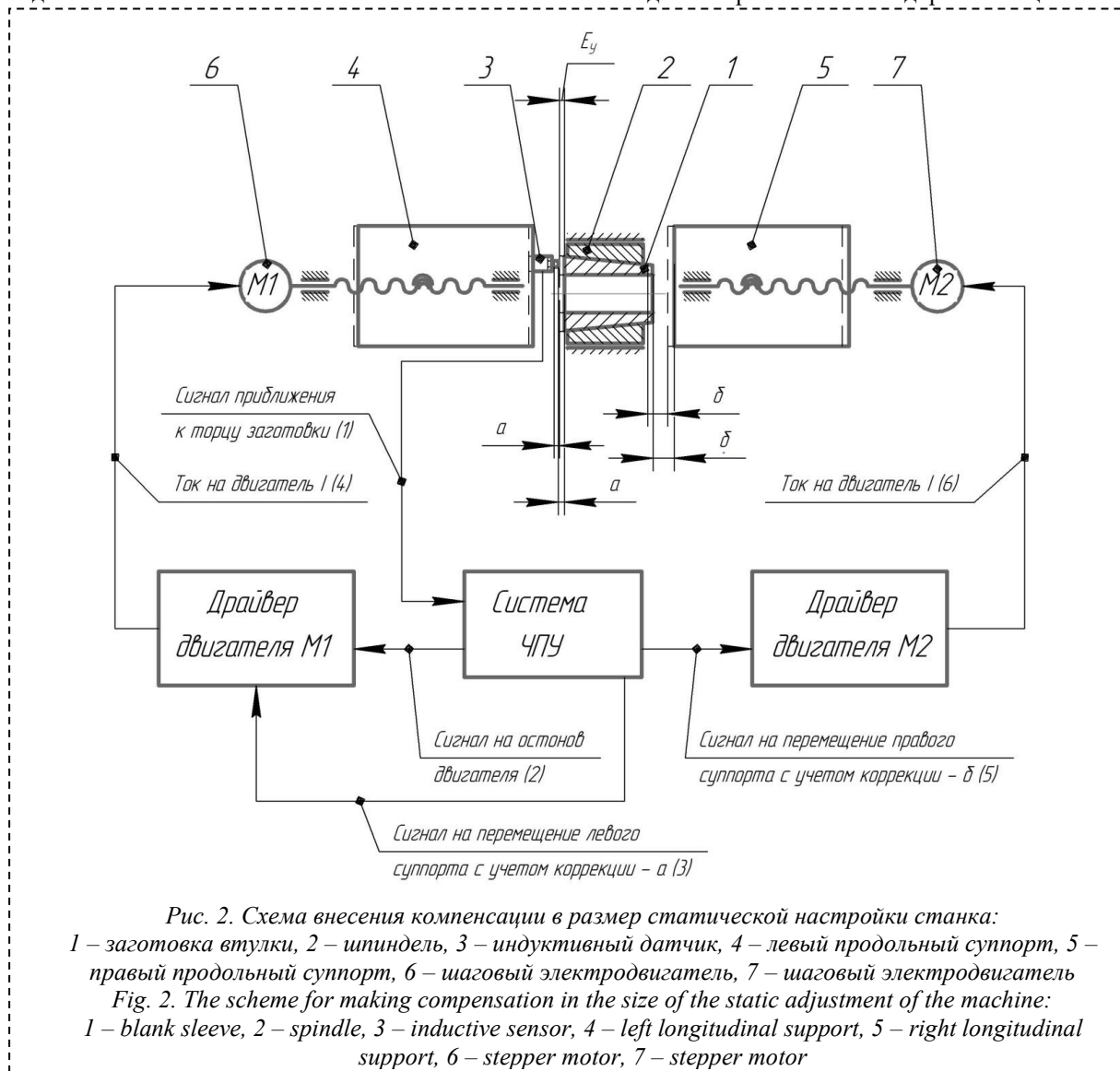
Специализированное оборудование позволяет добиться высокого уровня производительности благодаря минимизации вспомогательных операций и оптимальному подбору режимов резания, инструментария и методов фиксации заготовки. Высокая степень автоматизации процесса обработки является еще одним важным преимуществом специализированных станков, позволяющим снизить влияние человеческого фактора и повысить эффективность производственного процесса [3]. Однако низкая технологическая гибкость ограничивает возможности быстрого перехода на выпуск новых видов продукции, что делает подобные станки менее привлекательными для предприятий, работающих в условиях частых изменений номенклатуры производимых изделий.

Таким образом, исследование вопросов проектирования и эксплуатации специализированных станков, предназначенных для изготовления изделий в крупносерийном и массовом типах производства, остается актуальным направлением научных исследований и инженерной практики.

Методика исследования

На машиностроительном заводе г. Барнаула для изготовления втулок в условиях крупносерийного производства используются токарные автоматы.

Перемещение рабочих органов станков-автоматов, суппортов, механизмов загрузочно-разгрузочных устройств реализуется с помощью кулачковых механизмов [4]. Автоматы изготавливались в 1960 г., морально и физически устарели. Эксплуатация устаревших токарных автоматов на предприятии приводила к значительным затратам на обслуживание и ремонт, включая регулярную замену изношенных компонентов; к потерям продукции вследствие брака и поломки дорогостоящих



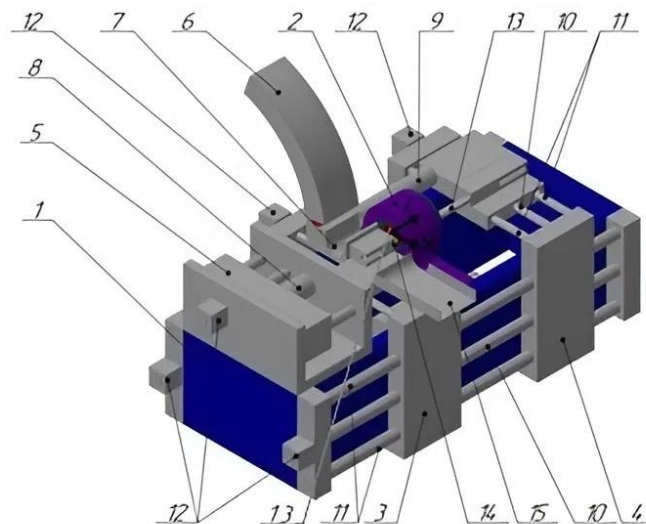


Рис. 3. Электронный макет токарного станка:

1 – станина, 2 – шпиндельный узел, 3 – левый суппорт, 4 – правый суппорт, 5 – толкатель, 6 – питатель, 7 – лоток питателя, 8 – шток толкателя, 9 – выталкиватель, 10 – шариковинтовая пара, 11 – направляющие, 12 – шаговые двигатели, 13 – индуктивный датчик

Fig. 3. Electronic layout of the lathe:

1 – bed, 2 – spindle assembly, 3 – left caliper, 4 – right caliper, 5 – pusher, 6 – feeder, 7 – feeder tray, 8 – pusher rod, 9 – ejector, 10 – ball screw pair, 11 – guides, 12 – stepper motors, 13 – inductive sensor

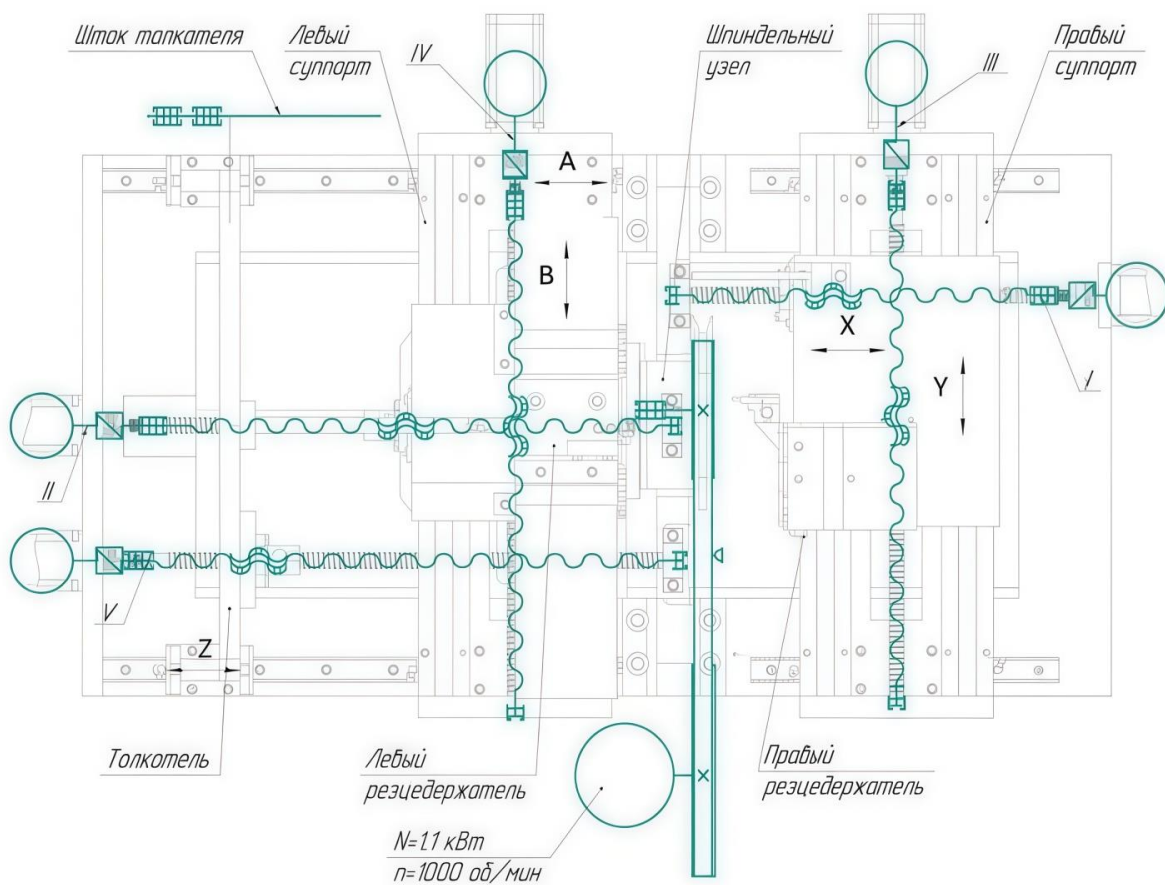


Рис. 4. Кинематическая схема станка

Fig. 4. Kinematic diagram of the machine

режущих инструментов; к необходимости частых остановок производственного процесса для устранения неисправностей; к невозможности стабильного обеспечения требуемых размеров; к подбору и обучению персонала, способного эффективно обслуживать старые модели оборудования.

Выходом из сложившейся ситуации является проектирование, изготовление и отладка специализированного станка. В соответствии с заказом машиностроительного завода в АлГТУ спроектирован специализированный токарный станок для растачивания отверстий во втулках [5, 6].

Деталь-представитель втулок приведена на Рис. 1.

В соответствии с Единой системой конструкторской документации ГОСТ 2.103-2013 «Стадии разработки» на первой стадии разработки специализированного станка разработана проектная конструкторская документация [7, 8]. Изучено и

проанализировано техническое задание [9–11]. Отдельные элементы технического задания приведены в Таблице 1.

Согласно техническому заданию, втулки должны обрабатываться на токарном станке с одного установа. Для обеспечения двухсторонней обработки отверстий базой выбрана ось наружного конуса детали. При реализации схемы базирования по оси наружного конуса детали будет формироваться погрешность на линейные размеры, E_y (Рис. 2) [12]. Погрешность установки на спроектированном станке корректируется путем внесения компенсации в размер статической настройки станка.

После установки заготовки втулки 1 в конусное отверстие шпинделя 2 левый продольный суппорт станка 4 перемещается вправо до включения сигнала приближения индуктивного датчика 3, закрепленного на суппорте, к торцу заготовки 1. Координата останова левого продольного суппорта 4

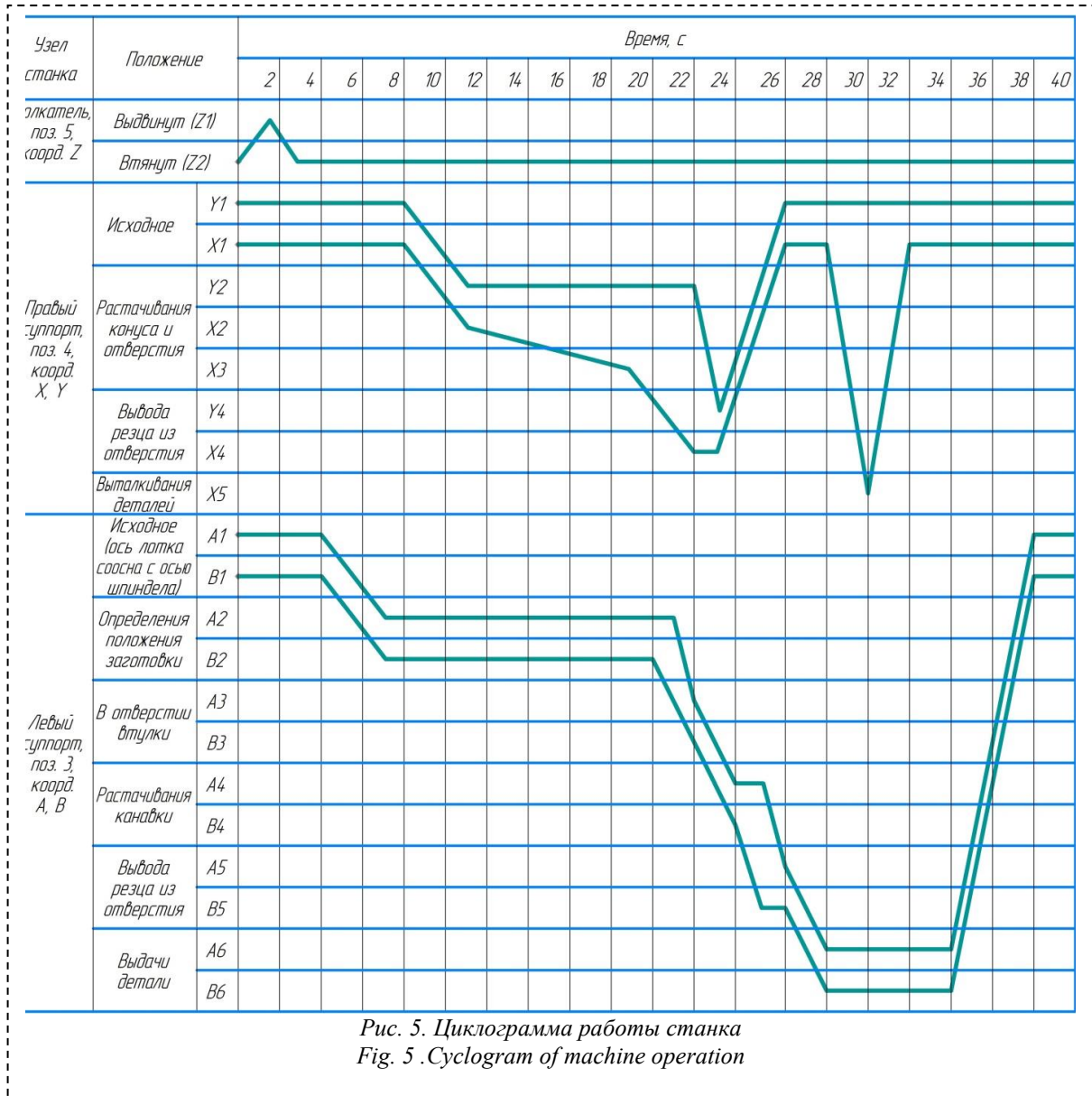


Рис. 5. Циклограмма работы станка
Fig. 5. Cyclogram of machine operation

учитывается управляющей программой, загруженной в систему ЧПУ. С помощью шагового электродвигателя 6, управляемого драйвером, реализуется растачивание отверстия и канавки в заготовке 1 по скорректированной управляющей программе. После обработки заготовки 1 с левого торца система ЧПУ станка со скорректированной управляющей программы передает сигналы на перемещение правого продольного суппорта 5 драйверу двигателя и шаговому двигателю 7 для растачивания отверстия.

В соответствии с техническим заданием выбирался режущий инструмент,

рассчитывались режимы обработки отверстий втулки, выбирались приводы правого и левого суппортов станка [13].

Результатом выполнения первой стадии разработки стал технический проект [14–18]. Технический проект представляет электронный макет токарного станка, Рис. 3.

Специализированный станок растачивает поверхности втулок с правой и левой сторон последовательно с одного установка заготовки.

Станок состоит из станины 1, шпиндельного узла 2, правого 4 и левого 3 суппортов, систем загрузки заготовок 6 и выгрузки детали 15 (Рис. 3). Перемещение суппортов и толкателя

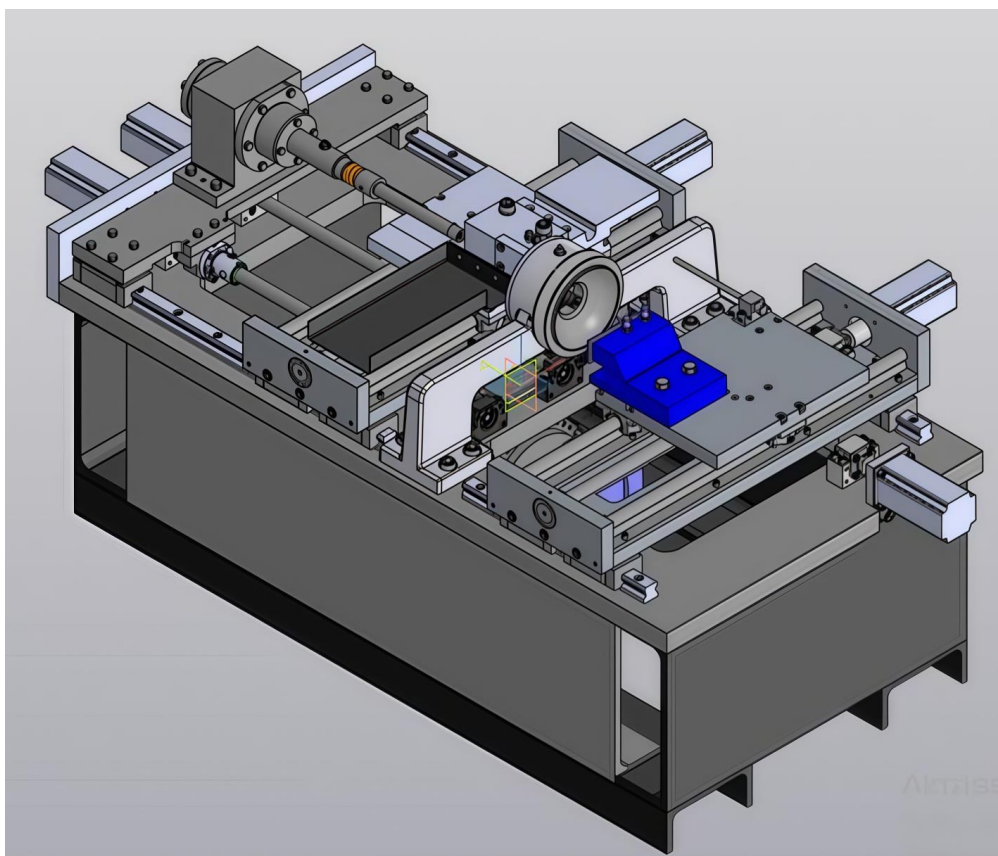
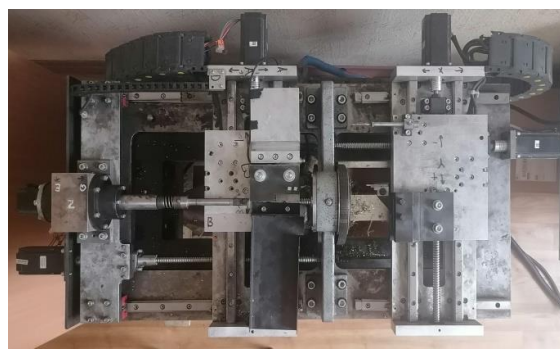


Рис. 6. 3D-модель спроектированного станка
Fig. 6. 3D-model of the designed machine



а)



б)

Рис. 7. Фотография станка: а) – общий вид, б) – вид сверху
Fig. 7. Photo of the machine: а) – general view, б) – top view

реализуется с помощью шариковинтовых пар 10 и шаговых двигателей 12.

Наглядное представление о компоновке, структуре, типах устройств, необходимых для передачи движения исполнительным элементам станка, дает кинематическая схема. Кинематическая схема станка приведена на Рис. 4.

Принятая компоновка станка предполагает наличие пяти управляемых координат, перемещения по координатам X, Y правого суппорта, по координатам A, B левого суппорта и перемещение штока толкателя по координате Z. Перемещение рабочих органов станка будет реализовываться через систему ЧПУ.

Для согласования перемещения правого и левого суппортов, систем загрузки заготовок и выгрузки деталей, включения и выключения шпинделя и длительности перемещения рабочих органов станка, составляющих общий автоматический цикл, разработана циклограмма работы станка, Рис. 5 [19].

Конструкторская документация технического проекта была рассмотрена и утверждена созданной комиссией, состоящей из сотрудников предприятия-заказчика и исполнителя технического задания [20].

На второй стадии проектирования разрабатывалась конструкторская документация для изготовления и испытания опытного образца специализированного токарного станка для растачивания отверстия и фасок во втулке.

Исходными данными для разработки конструкторской документации стали масса левого и правого суппортов станка, не более 30 кг, определенных по электронному макету и силе

резания. Определены характеристики шаговых двигателей для перемещения левого и правого суппортов, системы питания станка заготовками. Выбраны шаговые двигатели, шариковинтовые пары, подшипниковые узлы, направляющие, подшипники скольжения и другие элементы токарного станка. Назначен материал плит суппортов станка, алюминиевый сплав – ДТ6Т.

Разработанная 3D-модель станка показана на Рис. 6.

Разработана конструкторская документация на станок, включающая сборочный чертеж станка, сборочные чертежи узлов, чертежи деталей, спецификации на станок и сборочные чертежи, принципиальная электрическая схема, схема внешних электрических соединений, схема внутренних электрических соединений, электромонтажный чертеж, ведомость покупных изделий.

По конструкторской документации изготовлен токарный двухсупортный станок, предназначенный для обработки отверстий втулок с двух сторон при одном установе заготовки, Рис. 7.

Изготовленный станок соответствует техническому заданию.

Для повышения точности позиционирования узлов станка и корректировки режимов резания проведены расчеты переходных процессов. Повышение быстродействия системы с ЧПУ определяется увеличением скорости перемещения суппортов. Но при этом за счет инерционности узлов возможно снижение точности перемещения и появление перерегулирования. На Рис. 8 показана схема суппорта с приводом от шагового двигателя ШД



Рис. 8. Схема привода суппорта

Fig. 8. Caliper drive diagram

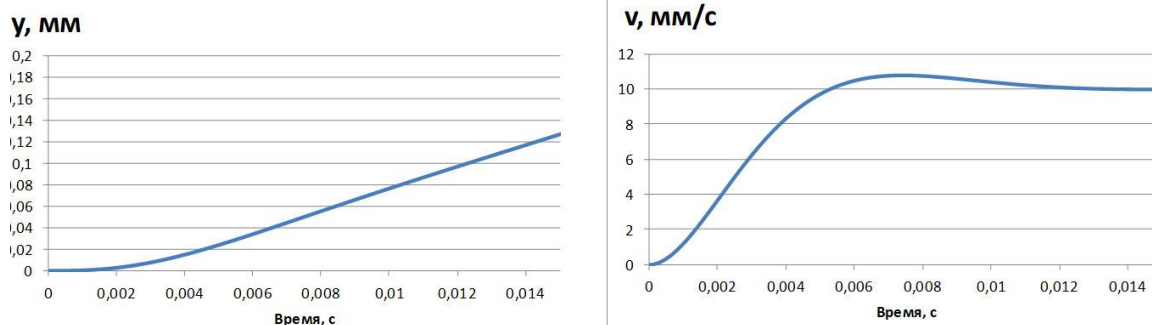


Рис. 9. Кривые разгона суппорта

Fig. 9. Caliper acceleration curves

с винтовой передачей.

Винтовая передача преобразует вращение ШД в линейное перемещение $x = Vx\tau$, где τ – время (с), а Vx – скорость перемещения (мм/с). Перемещение x за счет инерционности суппорта и упругих отжатий в шариковинтовых парах преобразуется в фактическое перемещение $\Delta = x - y$.

Упругая система имеет жесткость k и определяет силовое воздействие на суппорт:

$$P = k(x - y) = k(Vx\tau - y).$$

Суппорт является инерционным звеном: $m\ddot{y} + G\dot{y} = P$, где m его масса, G – коэффициент скоростного трения. При выражении перемещения в мм параметры математической модели имеют размерности: $[k] = \text{н/мм}$, $[m] = \tau$, $[G] = \text{н с/мм}$ [21, 22].

Таким образом, математической моделью перемещения суппорта является дифференциальное уравнение:

$$m\ddot{y} + G\dot{y} + ky = kVx\tau.$$

Решение этого уравнения позволяет рассчитать кривые разгона и торможения суппорта в процессе работы станка и определить погрешности его перемещения.

На Рис. 9 приведена кривая разгона суппорта при $m = 0.01$ т, $k = 3000$ н/мм, $G = 7$ н с/мм и $Vx = 10$ мм/с. Скорость перемещения суппорта имеет перерегулирование, однако это практически не влияет на качество обработки. А вот перерегулирование при окончании обработки может привести к ложному срабатыванию индуктивного датчика – Рис. 2.

На Рис. 10 приведен график перемещения суппорта на участке торможения. Для уменьшения перерегулирования необходимо начать заранее снижать скорость вращения ШД – фактически постепенно уменьшать скорость Vx .

На Рис. 11 показана кривая торможения суппорта при снижении на последнем участке скорости Vx до 2 мм/с.

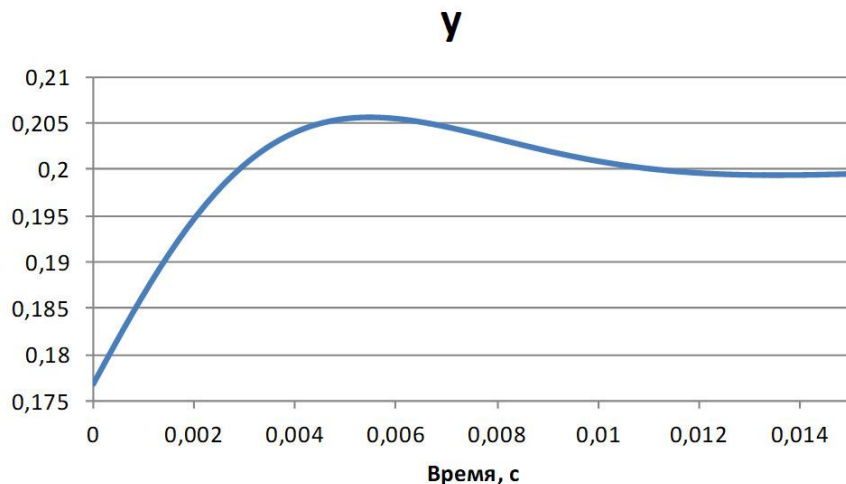


Рис. 10. Кривая торможения суппорта
Fig. 10. Brake caliper braking curve

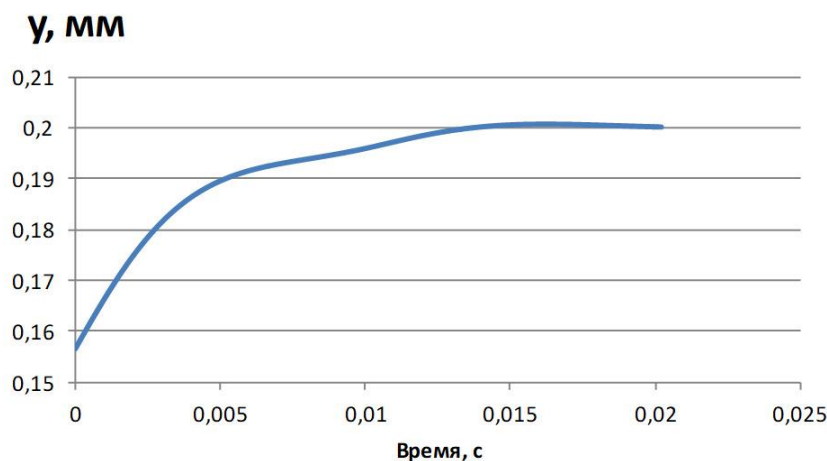


Рис. 11. Кривая торможения суппорта при сниженной скорости
Fig. 11. Brake caliper braking curve at reduced speed

Из этого рисунка видно, что перегулирование полностью устранено.

Завершающим этапом запуска станка в эксплуатацию является отладка управляющей программы [23].

Выводы

Эксплуатация устаревших токарных автоматов на машиностроительных предприятиях приводит к значительным затратам на их обслуживание и ремонт. На замену такого оборудования требуется проектирование и изготовление специализированного оборудования.

Исходными данными для проектирования послужило техническое задание. На основе анализа детали-представителя определены схемы базирования заготовки. Для устранения накапливаемой погрешности на линейный размер принято решение по внесению компенсации в размер статической настройки станка.

Определена компоновка станка, разработаны кинематическая схема станка, 3D-модель и полный комплект конструкторской документации на токарный двухсуппортный станок для растачивания отверстий втулок с двух сторон. Проведенные расчеты переходных процессов позволяют повысить точность позиционирования узлов станка и корректировать режимы резания.

Изготовленный токарный станок успешно прошел проверку и находится на этапе отладки управляющей программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базров Б. М. Анализ служебного назначения металлорежущих станков // Научные технологии в машиностроении. 2024. № 5(155). С. 25–30. URL: <https://bstu.editorum.ru/ru/nauka/article/83555/view> (дата обращения: 20.12.2025).

2. Юсубов Н. Д. О., Аббасова Х. М. К. Систематика многоинструментных наладок на станках токарной группы // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2024. Т. 26. № 4. С. 92–111. DOI: 10.17212/1994-6309-2024-26.4-92-111.

3. Lina Zhang, Aldrin D. Calderon. Research and prospects of CNC lathe // Mechanical engineering. 2024. Vol. 11. № 1. Pp. 1–9. DOI: 10.1080/23311916.2023.2299043.

4. Kharche P. P., Rehan Anis Shaikh, Yash Malji Ahire. Design And Fabrication of Mini Lathe Machine // International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research. 2022. Vol. 9. Iss. 8. Pp. 74–77. URL: <https://www.jetir.org/view?paper=JETIRFP06013> (дата обращения: 20.12.2025).

5. Кожухова А. В., Олейник Е. П. Проектирование специализированного

технологического оборудования // Наука и современность. Материалы Региональной научно-практической конференции. Политехнический институт (филиал) ДГТУ. Таганрог : ООО «ЭльДирект», 2018. С. 51–55.

6. Чечулин Ю. Б. Основы проектирования технологических машин и оборудования (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 3–2. С. 258–258. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=4994> (дата обращения: 20.12.2025).

7. Базров Б. М., Троицкий А. А. Метод повышения эффективности процесса отработки изделия на технологичность на этапе разработки его конструкторской документации // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102. № 2. С. 161–166. DOI: 10.26160/2541-8637-2023-12-49-51.

8. Колошкина И. Е. Автоматизация проектирования конструкторской документации для машиностроения в примерах и решениях : учебник. Москва : Русайнс, 2025. 215 с. URL: <https://book.ru/book/958239> (дата обращения: 20.12.2025).

9. Аскалонова Т. А., Балашов А. В., Марков А. М. [и др.]. Проектирование технологических систем : учеб. Пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол : ТНТ, 2020. 412 с. Текст : электронный // ЭБС ТНТ [сайт]. URL: <https://www.tnt-ebook.ru/library/book/358> (дата обращения: 20.12.2025).

10. Дроздова Н. А., Калиновская Т. Г., Рябов О. Н. Детали машин. типовые соединения деталей и узлов машин : учеб. пособие. Красноярск : СФУ, 2019. 148 с. URL: <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/128373> (дата обращения: 20.12.2025).

11. Потапов И. С., Балашов А. В., Черданцев А. О. Параметрическое моделирование элементов малогабаритных токарных станков с ЧПУ // Сб. науч. ст. II международной молодежной научно-технической конференции «Металлообработывающие комплексы и робототехнические системы – перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов» / Юго-Западный государственный университет. Курск : ЮЗГУ, 2016. С. 118–122.

12. Балакшин Б. С. Теория и практика технологии машиностроения. В 2-х кн. М. : Машиностроение, 1982. 371 с.

13. Кадыров И. Ш., Темирбеков Ж. Т., Турусбеков Б. С., Давлятов У. Р. Разработка математической модели гидросуппорта станка с инерционным регулятором // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 11–2. С. 280–285. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=37834> (дата обращения: 20.12.2025).

14. Балашов А. В., Маркова М. И.,

Черепанов Р. С. Проектирование токарного станка с ЧПУ на базе мехатронных модулей // Ползуновский альманах. 2019. № 3. С. 47–50.

15. Балашов А. В., Маркова М. И., Соломин Д. Е., Черепанов Р. С. Специализированный токарный станок на базе мехатронных модулей // Инновации в машиностроении (ИнМаш-2020) : материалы XI Международной научно-практической конференции. Бийск : Издательство Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова, 2020. С. 196–200.

16. Куц В. В., Учаев П. Н., Попрушко Е. Ю. Проектирование шпиндельного узла токарного станка на основе подхода «сверху вниз» // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2012. № 2–3. С. 33–38. URL: https://swsu.ru/izvestiya/seriestechniq/archiv/2_3_2012_tehnik.pdf (дата обращения: 20.12.2025).

17. Paweł Dunaj, Bartosz Powalka, Andreas Archenti. Design and development of a lathe spindle with adjustable stiffness // Conference: euspen's 25th International Conference & Exhibition. At: Zaragoza, 2025. С. 444–447.

18. Qian Yi, Congbo Li, Qianqian Ji, Daoguang Zhu, Yan Jin, Lingling Li. // Design optimization of lathe spindle system for optimum energy efficiency. Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 250. Article 119536. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119536.

19. Рахматуллин Р. Р. Метод циклограмм в компьютерном моделировании работы многоцелевых станков // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2014. № 1 (4). С. 79–86. URL: <https://ssi.magtu.ru/ru/arkhiv/15-1-4-2014-g/111-rakhmatullin-r-r-metod-tsiklogramm-v-kompyuternom-modelirovanii-raboty-mnogotselvykh-stankov.html> (дата обращения: 20.12.2025).

20. Борисов В. М., Борисов С. В. Алгоритм технологического контроля конструкторской документации // Вестник Технологического университета. 2019. Т. 22. № 10. С. 108–110. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41870835_45632_455.pdf (дата обращения: 20.12.2025).

21. Туманов М. П. Теория управления. Теория линейных систем автоматического управления : учеб. пособие М. : Моск. гос. ин-т электроники и математики, 2005. 81 с.

22. Харьков О. С., Барабанов В. Г. Учебно-методическое пособие по дисциплинам: «Теория автоматического управления» и «Управление в автоматизированном производстве» : учеб. пособие. Ч. 1. Волгоград : ВолгГТУ, 2021. 68 с.

23. Изюмов А. И., Лаврентьев Е. Б., Попов С. И., Марченко Э. В. Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем : учеб. пособие. Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2023. 64 с.

© 2026 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Балашов Александр Владимирович, заведующий кафедрой технологии машиностроения Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (656038, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, 46), к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3611-2894>, e-mail: bavagtu@mail.ru

Маркова Маргарита Ивановна, доцент кафедры технологии машиностроения Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (656038, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, 46), к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6638-1307>, e-mail: margarita-markova@inbox.ru

Леонов Сергей Леонидович, профессор кафедры технологии машиностроения Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (656038, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, 46), д.т.н., профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6404-625X>, e-mail: sergey_and_nady@mail.ru

Черданцев Алексей Олегович, инженер кафедры технологии машиностроения Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (656038, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, 46), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4792-1125>, e-mail: hypertigr@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Балашов Александр Владимирович – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования, формулировка выводов, написание текста.

Маркова Маргарита Ивановна – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования, сбор и анализ данных, формулировка выводов.

Леонов Сергей Леонидович – научный менеджмент, концептуализация исследования, формулировка выводов, написание текста.

Черданцев Алексей Олегович – научный менеджмент, концептуализация исследования, написание текста

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

TWO-SUPPORT LATHE

Alexsandr V. Balashov, Margarita I. Markova*,
Sergey L. Leonov, Alexsey O. Cherdansev

Altai State Technical University

* for correspondence: margarita-markova@inbox.ru



Article info

Received:

24 December 2025

Accepted for publication:

15 May 2026

Accepted:

11 June 2026

Published:

29 June 2026

Keywords: lathe, design stages, adaptive control, 3D modeling.

Abstract.

The use of specialized machines for large-scale and mass production conditions is determined by the high level of productivity in processing parts of a specific type and purpose. The processing performance is ensured by reducing the auxiliary time for operations, the methods of installing the workpiece, the selection of cutting tools and cutting modes. The design and operation of such equipment for large-scale and mass production types is an urgent area. The article discusses the main stages of designing a two-stop turning machine for boring holes in a conical sleeve. Based on the tasks and expected results presented in the terms of reference, the layout of the lathe has been developed, and a kinematic scheme has been presented. To eliminate the error in the installation of the workpiece, a scheme for making compensation in the size of the static setting of the machine is presented. To coordinate the movement of the right and left calipers, the systems for loading workpieces and unloading parts, turning the spindle on and off, and the duration of movement of the machine's working bodies, which make up the overall automatic cycle, a cyclogram of machine operation has been developed. A 3D model of the machine and design documentation for the machine were developed, on the basis of which a lathe was made for boring the surface of the sleeve from the right and left sides from one installation of the workpiece. The workpieces are loaded automatically through the feeder. The operation of the main elements of the machine is realized with the help of ball screw pairs and stepper motors. The manufactured machine conforms to the technical specification. To improve the accuracy of the positioning of the machine components and adjust the cutting modes, calculations of transients based on the theory of automatic control were carried out. The final stage of putting the machine into operation is debugging the control program..

For citation: Balashov A.V., Markova M.I., Leonov S.L., Sherdansev A.O. Two-support lathe. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2026; 2(174):5-16. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2026-2-5-16, EDN: NVKCPE

REFERENCES

1. Bazrov B.M. Analysis of the service purpose of metal-cutting machines. *High-tech technologies in mechanical engineering*. 2024; 5(155):25–30.
2. Yusubov N.D.O., Abbasova H.M.K. Systematics of multi-tool adjustments on turning group machines. *Metal Working (technology, equipment, tools)*. 2024; 26(4):92–111.
3. Lina Zhang, Aldrin D. Calderon. Research and prospects of CNC lathe. *Mechanical engineering*. 2024; 11(1):1–9.
4. Khariche P.P., Rehan Anis Shaikh, Yash Malji Ahire. Design And Fabrication of Mini Lathe Machine. *International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*. 2022; 9(8):74–77.

5. Kozhukhova A.V., Oleinik E.P. Design of specialized technological equipment. *Science and modernity. Materials of the Regional scientific and practical conference. Polytechnic Institute (branch) of DSTU*. Taganrog, Eldirect LLC. 2018. Pp. 51–55.
6. Chechulin Yu.B. Fundamentals of designing technological machines and equipment (textbook). *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2014; 3–2:258–258.
7. Bazrov B.M., Troitskiy A.A. Method of increasing the efficiency of the process of testing a product for manufacturability at the stage of developing its design

documentation. *Bulletin of Mechanical Engineering*. 2023; 102(2):161–166.

8. Koloshkina I.E. Automation of design documentation for mechanical engineering in examples and solutions : textbook. Moscow : Rusains; 2025.

9. Askalonova T.A., Balashov A.V., Markov A.M. [et al.]. Designing technological systems : textbook. manual. 3rd ed., revised. and add. Stary Oskol: TNT; 2020.

10. Drozdova N.A., Kalinovskaya T.G., Ryabov O.N. Machine parts. typical connections of machine parts and assemblies : textbook. stipend. Krasnoyarsk: SFU; 2019.

11. Potapov I.S., Balashov A.V., Cherdantsev A.O. Parametric modeling of elements of small-sized CNC lathes. Collection of scientific articles of the II International Youth scientific and technical conference "Metalworking complexes and robotic systems – promising areas of research activities of young scientists and specialists" . Southwest State University. Kursk: South Ural State University; 2016. Pp. 118–122.

12. Balakshin B.S. Theory and practice of mechanical engineering technology. In 2 books. M.: Mechanical Engineering; 1982.

13. Kadyrov I.Sh., Temirbekov Zh.T., Turusbekov B.S., Davlyatov U.R. Development of a mathematical model of a hydraulic support machine with an inertial regulator. *Modern science-intensive technologies*. 2019; 11-2:280–285.

14. Balashov A.V., Markova M.I., Cherepanov R.S. Design of a CNC lathe based on mechatronic modules. *Polzunovskiy Almanac*. 2019; 3:47–50.

15. Balashov A.V., Markova M.I., Solomin D.E., Cherepanov R.S. Specialized lathe based on mechatronic modules. Innovations in mechanical engineering (INMASH-2020) : proceedings of the XI International Scientific and

Practical Conference. Biysk: Publishing House of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov; 2020. Pp. 196–200.

16. Kutz V.V., Uchaev P.N., Poprushko E.Yu. Designing a spindle assembly of a lathe based on a top-down approach. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Series: Engineering and technology*. 2012; 2–3:33–38.

17. Paweł Dunaj, Bartosz Powalka, Andreas Archenti. Design and development of a lathe spindle with adjustable stiffness. Conference: euspen's 25th International Conference & Exhibition. At: Zaragoza. 2025. Pp. 444–447.

18. Qian Yi, Congbo Li, Qianqian Ji, Daoguang Zhu, Yan Jin , Lingling Li. Design optimization of lathe spindle system for optimum energy efficiency. *Journal of Cleaner Production*. 2020; 250:119536.

19. Rakhmatullin R.R. The cyclogram method in computer modeling of multi-purpose machine tools. *Mathematical and software systems in the industrial and social spheres*. 2014; 1 (4):79–86.

20. Borisov V.M., Borisov S.V. Algorithm of technological control of design documentation. *Bulletin of the Technological University*. 2019; 22(10):108-110.

21. Tumanov M.P. Theory of management. Theory of linear automatic control systems : textbook. manual M.: Moscow State Institute of Electronics and Mathematics; 2005.

22. Kharkov O.S., Barabanov V.G. Educational and methodical manual on disciplines: "Theory of automatic control" and "Control in automated production" : textbook. Part 1. Volgograd: VolgSTU; 2021.

23. Izyumov A.I., Lavrentiev E.B., Popov S.I., Marchenko E.V. Software for mechatronic and robotic systems : textbook. Rostov-on-Don: DSTU; 2023.

© 2026 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Aleksandr V. Balashov, Head of the Department of Mechanical Engineering Technology, Altai State Technical University (6560380, Russia, Barnaul, Str. Lenina, 46), PhD in Engineering (Cand. of Sc.), Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3611-2894>, e-mail: bavagtu@mail.ru

Margarita I. Markova, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology, Altai State Technical University (6560380, Russia, Barnaul, Str. Lenina, 46), PhD in Engineering (Cand. of Sc.), Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6638-1307>, e-mail: margarita-markova@inbox.ru

Sergey L. Leonov, Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology, Altai State Technical University (6560380, Russia, Barnaul, Str. Lenina, 46), Doctor of Technical Sciences, Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6404-625X>, e-mail: sergey_and_nady@mail.ru

Aleksey O. Cherdansev, Engineer of the Department of Mechanical Engineering Technology, Altai State Technical University (6560380, Russia, Barnaul, Str. Lenina, 46), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4792-1125>, e-mail: hypertigr@mail.ru

Contribution of the authors:

Aleksandr V. Balashov – research problem statement, scientific management, reviewing the relevant literature, conceptualisation of research, drawing the conclusions, writing the text.

Margarita I. Markova – research problem statement, scientific management, reviewing the relevant literature, conceptualisation of research, data collection, data analysis, drawing the conclusions.

Sergey L. Leonov – scientific management, conceptualisation of research, drawing the conclusions, writing the text.

Aleksey O. Cherdansev – scientific management, conceptualisation of research, writing the text.

All authors have read and approved the final manuscript.

