

Государственное учреждение образования
«Урицкая средняя школа»

**Модуль «3D-моделирование и прототипирование»
«Инженерный старт: тормозная система своими руками»**

Номинация
«Конспект факультативного занятия для учащихся 10-11 профильных
классов инженерной направленности»

Разработал: Лусс Александр
Владимирович, учитель физики
высшей квалификационной категории

агр. Урицкое
2025

Пояснительная записка

Актуальность разработки обусловлена необходимостью переосмысления классических подходов изложения материала в свете современных требований к формированию технической грамотности у учащихся. Разработка прототипа барабанной тормозной системы позволяет не только углубить понимание её работы, но и выявить возможности для модернизации, повышения эффективности и адаптации к новым условиям эксплуатации. Что в свою очередь позволяет способствовать развитию технологического мышления учащихся на основе осуществления проектной деятельности при использовании специальных технических устройств, оборудования и технологий, а также формировать технологические компетенции (когнитивный, операциональный, личностный и социальный компоненты). Данную разработку можно включать в модуль практических работ по темам «Компьютерное моделирование и прототипирование», «Основы аддитивных технологий и 3D-печати», «Инженерные технологии в промышленности», «Основы работы со сборками в программе Компас 3D» программы факультативных занятий «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию».

Цель данного комплекса заключается в формировании у учащихся знаний о оборудовании, программных средствах и технологиях 3D-печати, а также в создании условий для приобретения практических навыков работы с информационно-коммуникационными технологиями. Занятие нацелено на развитие интереса к инженерной профессии, а также на стимулирование технологического мышления посредством использования специализированных технических устройств и технологий. В рамках занятия предусматривается разработка и анализ прототипа барабанной тормозной системы, включая его конструктивные особенности, применяемые материалы, сравнительные характеристики и объяснение принципа её функционирования. Основной акцент делается на интеграцию инженерного подхода с образовательными задачами — сделать сложные технические процессы понятными и увлекательными для широкой аудитории.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи**:

- изучить историю и принципы работы барабанных тормозов;
- изучить чертежи и описание прототипа;
- создать 3D-модель всех компонентов прототипа тормозной системы по чертежам;
- осуществить 3D-печать по заданной цифровой 3D-модели;
- осуществить сборку и тестирование прототипа.

Таким образом, комплекс занятий сочетает в себе технический анализ и образовательный подход, что позволяет рассматривать барабанную тормозную систему не только как объект инженерного проектирования, но и как инструмент для популяризации технических знаний.

Ожидаемые результаты деятельности учащихся:

- формирование умений анализа технической документации, в том числе работы с чертежами и описаниями прототипов инженерных устройств;
- приобретение практических навыков создания цифровых 3D-моделей компонентов на основе технической документации;
- освоение современных аддитивных технологий через выполнение 3D-печати по разработанным моделям, что способствует развитию технологической грамотности и операторских навыков;
- приобретение опыта сборки инженерного прототипа, закрепляющего навыки интеграции цифрового проектирования и физической реализации технического объекта;
- повышение мотивации и интереса к инженерной профессии через практическую работу, способствующую формированию целостного представления о современных инженерных технологиях и их применении.

Данные результаты обеспечивают комплексное развитие технической грамотности и профессиональных компетенций учащихся в области инженерных технологий и 3D-печати.

Методическая разработка (модуль из трех занятий)

Занятие 1. История, принципы работы и ознакомление с чертежами прототипа

Цель: изучить историю и устройство барабанных тормозов, ознакомиться с технической документацией и чертежами прототипа.

Этапы и содержание:

1. Вступительный этап (5 минут)

Краткое объяснение целей и задач занятия. Обсуждение актуальности изучения барабанных тормозов в современном машиностроении (приложение 1).

2. Теоретический блок (10 минут)

Исторический аспект: развитие тормозных систем, роль барабанных тормозов в автомобилестроении. Основные принципы работы: объяснение механизма торможения, функции колодок, барабана, цилиндра и пружин. Конструктивные особенности: основные компоненты и их роль (приложение 2).

3. Анализ чертежей и описаний (25 минут)

Ознакомление с исходными чертежами прототипа: виды, масштаб, обозначения. Изучение технического описания: материалы, размеры, технологические особенности. Обсуждение вопросов с учащимися по чертежам и характеристикам (приложение 3).

4. Итог и рефлексия (5 минут)

Краткий обзор пройденного материала. Домашнее задание: подготовить короткое объяснение принципа работы барабанных тормозов и подготовить вопросы по чертежам.

Занятие 2. Создание 3D-модели компонентов

Цель: освоить создание трехмерных моделей всех компонентов тормозной системы по чертежам.

Этапы и содержание:

1. Вступительный этап (5 минут)

Объяснение важности цифрового моделирования в современной инженерии. Актуализация знаний: возможности и интерфейс САД системы КОМПАС.

2. Подготовка к моделированию (10 минут)

Обзор предоставленных чертежей и технической документации. Распределение ролей и назначение заданий: каждый учащийся или группа моделирует отдельный компонент.

3. Практическая работа по моделированию (25 минут)

Создание 3D-моделей компонентов тормозной системы:

- барабан;
- колодки;
- держатель оси и колодок.

Контроль качества моделей: проверка точности по чертежам, исправление ошибок.

4. Итог и подготовка к следующему занятию (5 минут)

Обсуждение трудностей и решений. Сохранение моделей.

Занятие 3. Тестовая печать, сборка и тестирование прототипа

Цель: выполнить 3D-печать компонентов, осуществить сборку прототипа и провести его тестирование.

Этапы и содержание:

1. Введение и мотивация (5 минут)

Актуализация знаний: этапы 3D-печати и настройка 3D-принтера. Правила безопасной работы с 3D-принтером.

2. Подготовка к 3D-печати (5 минут)

Импорт моделей в 3D-программное обеспечение для подготовки к печати (слайсинг). Настройка параметров печати: материал, качество, поддержка. Передача файлов на принтер и запуск процесса.

3. Параллельный этап – подготовка к сборке (15 минут)*

Подготовка инструментов и крепежных элементов для сборки.

4. Сборка и тестирование (15 минут)

Последовательная сборка компонентов тормозной системы:

- установка барабана на ось;
- монтаж колодок и пружин (резинок);
- подключение цилиндра и проверка его работы (приложение 4).

**При низкой скорости печати 3D-принтера (большой очереди) 3 этап можно организовать в конце 2 занятия под присмотром учителя или лаборанта.*

Проведение тестов: имитация торможения, проверка зазоров и функционирования. Анализ результатов, выявление возможных дефектов и обсуждение улучшений.

5. Итог и рефлексия (5 минут)

Обсуждение полученного опыта, проблем и решений.

Актуальности изучения барабанных тормозов в современном машиностроении

Барабанная тормозная система — один из старейших и наиболее распространённых типов тормозных механизмов, применяемых в автомобильной промышленности. Её конструкция отличается простотой, надёжностью и высокой устойчивостью к внешним воздействиям, что делает её особенно востребованной в условиях, где требуется долговечность и минимальные затраты на обслуживание.

История развития тормозных систем уходит корнями в доавтомобильную эпоху, когда в телегах и каретах использовались простейшие механизмы торможения. Самым распространённым способом было применение деревянного рычага, прижимаемого к ободу колеса, создающего трение и замедляющего движение. Это решение, хоть и примитивное, стало основой для дальнейших разработок.

С появлением автомобилей в начале XX века возникла необходимость в более надёжных и эффективных тормозных системах. В 1902 году французский инженер Луи Рено запатентовал первую конструкцию барабанного тормоза, в которой использовался внутренний барабан и колодки, прижимаемые к его поверхности. Это стало революционным шагом: торможение стало более плавным, управляемым и безопасным. Конструкция включала вращающийся барабан, закреплённый на колесе, внутренние колодки и механический привод — чаще всего трос или рычаг.

В 1920–1940-х годах начался переход от механических к гидравлическим приводам. Жидкость стала передавать усилие от педали к тормозным цилиндрам, что обеспечило равномерное распределение давления и повысило точность торможения. Это позволило значительно улучшить надёжность тормозной системы, особенно при увеличении массы и скорости автомобилей.

Период с 1950-х по 1970-е годы стал расцветом барабанных тормозов. Они использовались практически на всех колёсах большинства автомобилей. В конструкции появились автоматические регуляторы зазора, возвратные пружины, а также новые фрикционные материалы — сначала асбест, затем более безопасные композиты. Барабанные тормоза стали стандартом, особенно на задней оси, благодаря своей способности выдерживать длительные нагрузки и работать в условиях загрязнения.

С 1980-х годов началось активное внедрение дисковых тормозов, особенно на передней оси автомобилей. Их преимущества — высокая эффективность охлаждения, простота обслуживания и устойчивость к перегреву — сделали их предпочтительными для легковых автомобилей и спортивных моделей. Тем не менее, барабанные тормоза сохранили своё место в конструкции многих бюджетных и коммерческих автомобилей, где важны экономичность и надёжность [1].

Основные принципы работы и конструктивные особенности барабанной тормозной системы

Барабанная тормозная система представляет собой замкнутую механико-гидравлическую структуру, предназначенную для замедления и остановки вращения колёс транспортного средства за счёт силы трения. Её конструкция отличается высокой надёжностью, устойчивостью к загрязнению и долговечностью, что делает её особенно актуальной для задних осей легковых автомобилей, грузового транспорта и спецтехники.

Основные компоненты системы:

1. Тормозной барабан. Это массивный металлический цилиндр, изготовленный преимущественно из серого чугуна или термостойких сплавов. Он жёстко соединён со ступицей колеса и вращается вместе с ним.

2. Тормозные колодки. Представляют собой изогнутые металлические пластины с фрикционными накладками, изготовленными из композитных материалов (органика, керамика, металлокомпозиты). Колодки размещаются внутри барабана и при торможении прижимаются к его внутренней поверхности, создавая трение.

3. Цилиндр привода (рабочий тормозной цилиндр). Это гидравлический механизм, состоящий из корпуса, поршней и уплотнителей. При нажатии на педаль тормоза давление в системе возрастает, и тормозная жидкость поступает в цилиндр, заставляя поршни раздвигаться. Поршни, в свою очередь, толкают тормозные колодки, прижимая их к барабану.

4. Пружины возврата. После прекращения торможения пружины возвращают колодки в исходное положение, предотвращая их постоянное трение о барабан.

5. Регулятор зазора. Этот элемент автоматически или вручную регулирует расстояние между колодками и барабаном, компенсируя износ фрикционных накладок.

Принцип действия: работа барабанной тормозной системы основана на преобразовании кинетической энергии вращающегося колеса в тепловую энергию за счёт трения.

Эффективность торможения зависит от множества факторов: силы прижатия колодок, состояния фрикционных накладок, температуры барабана, качества тормозной жидкости и точности регулировки зазора. При длительном торможении барабан может нагреваться до 300 – 500 °С, что требует применения термостойких материалов и эффективной вентиляции [2].

Материалы и особенности конструкции демонстрационного прототипа

• Барабан

В качестве барабана используется изготовленный из PLA-пластика прототип, развернутый на 180 градусов (см. рисунок 1). Такое раскрытие конструкции позволяет визуально наблюдать за работой тормозных колодок, оценивать их движение и взаимодействие с поверхностью барабана. Материал не обладает высокой термостойкостью, но полностью удовлетворяет требованиям учебной демонстрации.



Рисунок 2 Тормозной барабан

• Тормозные колодки

Колодки изготовлены из PLA-пластика — термопластичного материала, широко применяемого в 3D-печати (см. рисунок 2). Он легко обрабатывается, безопасен и достаточно прочен для имитации тормозного усилия. Фрикционные свойства PLA уступают промышленным композитам, однако для демонстрации механики торможения он подходит.



Рисунок 3 Тормозные колодки

• Приводной механизм

Для вращения барабана используется компактный электродвигатель постоянного тока на 9 В. Он обеспечивает стабильное и контролируемое вращение барабана, позволяя наблюдать за процессом торможения в динамике. Передача вращательного движения осуществляется с помощью обычной канцелярской резинки, которая выполняет роль приводного ремня. Резинка натянута между валом моторчика и ответной частью барабана, где установлен осевой вал — он обеспечивает устойчивое вращение и соединение с барабаном.

• Имитация гидравлической системы

В роли привода используется медицинский шприц, соединённый с гибкой пластиковой трубкой, заполненной водой (см. рисунок 3). При нажатии на поршень шприца создаётся давление, которое передаётся по



Рисунок 4 Гидравлическая система

трубке к подвижным элементам, раздвигающим колодки. Такая гидравлическая имитация наглядно демонстрирует принцип работы тормозной системы, аналогичный реальному действию тормозной жидкости.

- **Пружины возврата**

Для возврата колодок в исходное положение применяются канцелярские резинки или тонкие пружинки от бытовых механизмов. Они обеспечивают достаточную упругость и позволяют наблюдать за процессом восстановления начального положения после торможения.

- **Каркас и крепления**

Все элементы конструкции закреплены на основе из металла. Крепёжные элементы — клеевые соединения, пластиковые стяжки, винты или термоклей — обеспечивают устойчивость и простоту сборки.

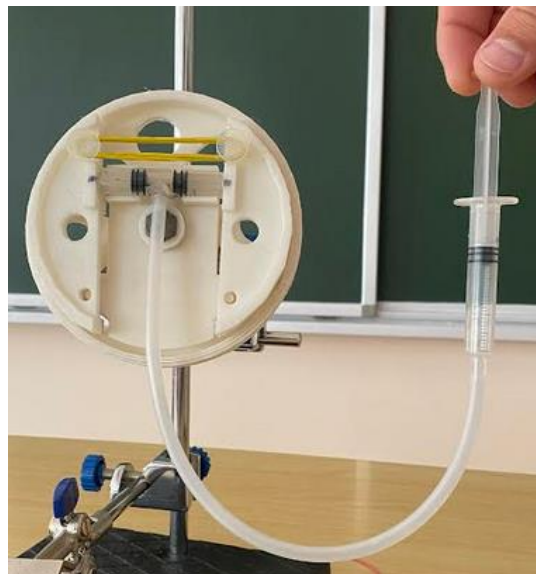


Рисунок 5 Пример готового прототипа барабанной тормозной системы

Список используемой литературы

1. Исаенко А.Н. История развития тормозных систем автомобиля / А.Н. Исаенко, Е.В. Прохорова // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016): VIII Международная научно-техническая конференция. 24-25 ноября 2016 г. – Курск, 2016. – С. 158–161.
2. Устройство автомобиля. Часть 4 Тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 108 с.