

Научно-исследовательская работа

Информатика

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ БЕЗВОЗДУШНОЙ ШИНЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ТЕНОЛОГИЙ**

Выполнил:

Федченко Максим Владимирович

учащийся 7 класса

МБОУ СОШ №15, Россия, г.Апатиты

Коркачева Дина Александровна

научный руководитель

МБОУ СОШ №15, Россия, г.Апатиты

ВВЕДЕНИЕ

Я обучаюсь в ФосАгро-школе №15 с углубленным изучением математики, физики и информатики. Свою будущую профессиональную деятельность хочу связать с информатикой, поэтому именно она была выбрана в качестве направления исследовательской работы. На современном техническом языке трехмерное проектирование - это 3D-моделирование. Именно 3D-моделирование стало большим шагом в развитии не только промышленного производства, но и других сфер, таких как образование, медицина, наука. Оно продолжает динамично развиваться, открывая широкие перспективы применения практически в любой области человеческой деятельности. Меня заинтересовала идея создания безвоздушных шин, которые не нужно накачивать воздухом, ведь их нельзя проколоть или разбортировать о поребрик. Перед тем как начать процесс моделирования, мы составили алгоритм действий и разделили его на этапы, что существенно облегчило работу по моделированию и анализу изделия.

Актуальность: применение 3D-технологий при моделировании реальных объектов.

Объект исследования: строение безвоздушной шины.

Предмет исследования: применение 3D-технологий при определении оптимального строения безвоздушной шины.

Изучение информационных источников и уточнение темы: в процессе работы над данной темой была проанализирована основная учебная и научно-популярная литература, которая позволила осмыслить и осуществить выполнение учебно-исследовательской работы. Знакомство с литературой в первую очередь было начато с энциклопедий, из которых получил представление об основных вопросах, к которым примыкает избранная тема. Много интересной информации узнал на сайте Энциклопедия 3D-печати <https://3dtoday.ru/>

В ходе исследования была выдвинута следующая гипотеза: если разработать и построить 3D-модели различных безвоздушных шин, то можно с помощью физического эксперимента выбрать ее оптимальное строение.

Целью работы стало применение 3D-технологий при определении оптимального строения безвоздушной шины.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи:

1. Изучены возможности 3D-печати.
2. Разработаны и изготовлены 3D-модели различных безвоздушных шин.
3. Выбрано оптимальное строение на основе напечатанных изделий.
4. Проанализированы результаты работы и сделан вывод.

В процессе работы использовались следующие **методы исследования:** теоретические (анализ, синтез), эмпирические (конструирование, моделирование).

Статья имеет следующую структуру: в первой теоретической главе изложены и проанализированы наиболее общие положения, касающиеся данной темы. Во второй практической главе приведены результаты экспериментов.

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. История появления 3D-принтеров

3D-принтер - станок с числовым программным управлением, использующий метод послойного создания детали, которое позволяет создавать самые настоящие объекты, причем из самых разных материалов.

Каждый внес свой вклад в развитие 3D-технологий. Так, например, отцом-изобретателем 3D-печати является американский исследователь Чак Халл. В 1986 году он представил миру свой прибор для трехмерной печати, которую назвал «установка для стереолитографии». Позже, в 1988 году, Скотт Крамп изобрел абсолютно новую технологию работы с 3D-печатью: FDM (моделирование путём декомпозиции плавящегося материала). Сегодня на основе этой технологии работают все 3D-принтеры, предназначенные для выпуска малой продукции небольших количествах. Несмотря на то, что работа

над созданием 3D-принтеров велась с 1980-х годов прошлого столетия, термин «3D-печать» был создан только лишь в 1995 году, в Массачусетском технологическом институте. А вот понятие «3D-принтер» официально используется с 1996 года, с момента создания машины Actua 2100 от компании 3D Systems. Первые 3D-принтеры имели малую мощность, работали медленно, а при увеличении скорости изделия получались с большими погрешностями. Только в 2005 году появились 3D-принтеры с высоким качеством печати. [1]

1.2. История появления безвоздушных шин

Первые безвоздушные шины – «детище» военной сферы США, созданное в Пентагоне. Они были созданы, чтобы защитить американских солдат от смерти или попадания в плен при выстреле в колесо. Разработчик - компания Resilient Technologies, которая активно занялась созданием нового типа покрышек еще в 2002 году. Уже через пять лет рынок ошарашило появление Airless:Resilient NPT - резины без воздуха. Первые испытания изделие выдержало в 2009 году. Источник для создания покрышки - огнеупорная резина, которая формируется из каркаса. Интересен тот факт, что основа первой безвоздушной шины сделана из резинового обода и «пчелиных сот». Благодаря такой конструкции, новый тип резины с легкостью удерживал тяжелые машины даже при разрушении трети сот. При этом шина отличалась достаточной мягкостью, которую и гарантировали «соты». При попадании колес в неровности «соты» становятся податливыми и «проглатывают» дефекты покрытия. [8]

1.1. Модели и тонкости конструкции

1.1.1. Реальные примеры

Сегодня на рынке продаются:

Michelin-Tweel

Французской компании Michelin удалось совместить жесткость, необходимую для надежности, и мягкость, без которой не обходятся гражданские автомобили. Инженеры сделали многое, чтобы добиться податливости резины

и улучшить амортизацию при попадании в ямы. При этом в поперечном направлении безвоздушная шина не вызывает нареканий - она работает на «отлично» и показывает достаточный уровень жесткости при поворотах и боковых нагрузках. В конечном итоге подразделение Michelin, которое базируется в США, предложило отказаться от «воздушной» резины. Конструкция Tweel подразумевает применение резиновых спиц со специальным сечением. Они выступают в роли заместителей воздуха внутри покрышки. Задача резиновых спиц - поглощение ударов, которые «съедаются» лучше, чем в случае с накачанной покрышкой. Это объясняется способностью спиц изгибаться под давлением. Сечение спиц минимально, что гарантирует устойчивость покрышки даже при сильных деформациях. Как следствие, спицы прогибаются только в одной плоскости. По конструкции новые шины относятся к открытому типу. Кроме описанных выше плюсов, стоит выделить легкость нового изделия, вес которого меньше, чем у привычного колеса на диске. Если прибавить сюда устойчивость к разрывам и повреждениям, продолжительный срок службы и легкость замены, то перспектива перехода на новые шины крайне заманчива. Новые колеса опробованы на легковом транспорте и колесных «бричках». В эксперименте задействовали Ауди А4, Сегвей и инвалидную коляску. Транспорт предложенный тест прошел. Кроме этого, компания Michelin заключила контракт по установке новых изделий на луноходы. С 2012-го безвоздушные шины устанавливаются на строительную технику, погрузчики, сельскохозяйственные автомобили. Недостатки конструкции - завышенная цена, недостаточная грузоподъемность, неспособность изменения уровня жесткости. На машине с привычными колесами сделать такую работу проще - давление снижается до необходимого уровня. [8]

Hankook Iflex

Продукт корейской компании, который еще на этапе испытаний. Корейцы разработали четыре концепта, каждый из которых индивидуален. Отнести представленные концепты к открытым или закрытым шинам сложно - они

представляют собой нечто среднее. Вот эти варианты: eMembrane - концепция, которая открывает пути для корректировки профиля пятна для скоростных режимов. Так, при малой скорости перемещения внутренняя доля изделия как бы втягивается. Благодаря этому, площадь «контактного пятна» уменьшается, снижается трение, падает расход топлива. Как только машина разгоняется, происходит обратный процесс - профиль и асфальт соприкасаются по всей площади, что улучшает управляемость; Tiltread - устройство, состоящее из 3-х сегментов. Перемещение дисков (внутреннего и центрального) происходит из-за особенностей конструкции. При этом колесо меняет наклон по вертикали. В итоге пятно контакта во время поворота увеличивается, растет безопасность; Motiv - конструкция, которая похожа на Tiltread. Принцип построен на группе специальных блоков в основе, отличающихся эластичностью и способных перемещаться друг относительно друга. Такая конструкция - гарантия достаточной площади соприкосновения колеса с асфальтом. Шины Motiv специально разрабатываются для внедорожников; MagTrack - гениальное изобретение, которое разделено на две части. Первая - обод, на котором крепится покрышка, а вторая - внутренняя ступица. В промежутке создается магнитное поле, которое и поддерживает массу машины. Жесткой связи между ступицей и наружным кольцом нет, поэтому выбоины и выпуклости на дороге не переходят на кузов машины. Разработчикам удалось воплотить в жизнь колесо с магнитной подушкой. [8]

Bridgestone

Компания, год за годом работающая над созданием безвоздушных шин, которым не страшны проколы. Первые образцы изделий нашли применение не автомобилях для гольфа, но новые модели уже устанавливаются на легковых машинах. Воздуха внутри нет, но зато установлен каркас, состоящий из специальных пластин, формирующих сетчатую структуру. Преимущества - способность выдерживать проколы и стойкость к разрывам. Следующее поколение покрышек компании выполнено в другом типоразмере и с индексом скорости до 64 км/час. Еще один продукт компании, который достоин

внимания - Ologic. Эта безвоздушная шина дебютировала в 2013-м году. Ее преимущества - безопасность и энергоэффективность. [8]

Polaris

Главный конкурент Michelin, который выдал на рынок индивидуальный вариант безвоздушных шин. Конструктивно они схожи с Michelin. Улучшение - замена спиц на специальные «соты» и применение композитных материалов в процессе производства. Благодаря новой конструкции, шины Polaris лучше поглощают неровности дороги и гарантируют требуемое поглощение. [8]

1.1.2. Преимущества и недостатки

У новой конструкции, активно сейчас развиваемой, есть как неоспоримые достоинства, так и не исправленные пока недостатки. Преимущества шин без воздуха:

- ✓ Колесо способно менять форму в зависимости от проезжаемых неровностей — ямки и кочки буквально «проглатываются»
- ✓ Колесо полностью работоспособно, пока хотя бы 70% его элементов на месте (большой камень в огород пневматической резины)
- ✓ Совершенно нет необходимости в проверке давления, а где нет давления — возможности лопнуть тоже нет
- ✓ Вес безвоздушной резины значительно меньше, чем у классического собрата. Полное отсутствие необходимости дисков (стальных, литых, кованных и пр.) снижает неподрессоренную массу, что также приводит к положительным эффектам вождения ТС
- ✓ Как следствие пункта 3 — нет необходимости возить с собой дополнительный инструмент вроде домкрата, насоса, ключей... (впрочем, последние не повредят в любом случае)
- ✓ Следствие пункта 3 и 5 — уменьшение перевозимого веса и, как итог, — снижение расхода топлива

- ✓ Цены на безвоздушную резину (когда они полноценно появятся на прилавках) вряд ли будут превышать пневматические аналоги (не считая первого времени, когда пойдет главный БУМ)
- ✓ В перспективе установка безвоздушных шин будет доступна на совершенно любой автомобиль — начиная от древней «копейки» до самых современных внедорожников.
- ✓ Перспективная сейчас разработка безвоздушной резины — возможность быстро поменять изношенную (или неподходящую к текущей дорожной ситуации) верхний слой, непосредственно имеющий контакт с дорогой. Надо — установил «гоночный» профиль, закрепил специальными болтами — и вперед. Надо выехать в горы — на ту же полиуретановую основу прицепил высоко-профильную «кожу».

Как видим, преимуществ у новой технологии масса. Но есть и недостатки:

- ✓ В некоторых конструкциях проявляется излишний шум и нагрев при длительной скоростной эксплуатации.
- ✓ Грузоподъемность подобной резины... Технология еще несовершенна.
- ✓ Жесткость конструкции никак не регулируется. Возможности приспустить давление и поехать по песку не предусмотрено.

Конечно, последний пункт стоит рассмотреть отдельно, ведь если возникнет необходимость проехать в других условиях, то единственным выбором останется только полностью заменить весь комплект шин на другой с нужными параметрами. Ну и, конечно, менять их тоже придется комплектом (хотя изнашиваются они существенно меньше (в 2-3 раза)).

Почему такой тип резины пока активно не ставится на легковые автомобили? Объяснить это решение несложно. Жесткость шин приводит к тому, что при достижении на скорости 80 км/час на корпус передаются сильные вибрации. В итоге транспортное средство сильно вибрирует и о комфорте в салоне мечтать не приходится. Разработчики продолжают трудиться над созданием покрышки меньшей жесткости, но ожидаемых результатов пока нет. [7]

ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Материалы и оборудование:

3D-принтер Picaso 3D Designer X Pro (производитель Picaso 3D, Россия)

Пластик для 3D-печати типа Flex (производитель REC, Россия)

Пластик для 3D-печати типа PLA (производитель Picaso 3D, Россия)

Пластик для 3D-печати типа PVA (производитель eSUN, Россия)

Программное обеспечение:

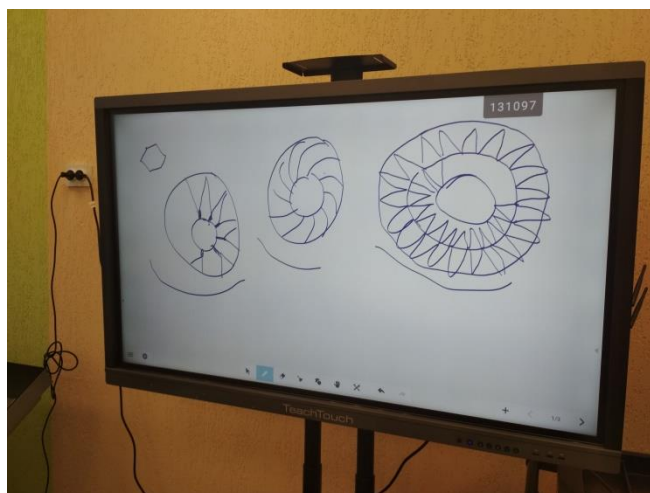
Система трёхмерного твердотельного и поверхностного моделирования (САПР)

Autodesk Inventor 2018 (производитель Autodesk, Inc., США)

Слайсер для 3D принтера Polygon 2.0 (производитель Picaso 3D, Россия)

Ход выполнения работы:

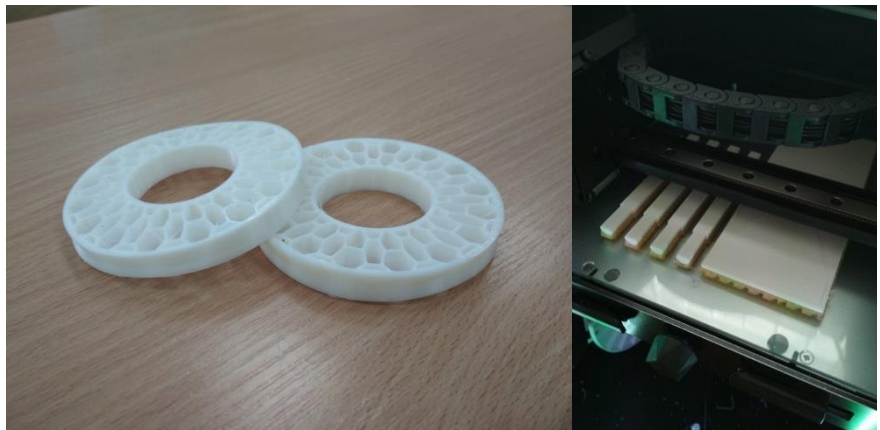
1. Создание эскизов
внутренней
структуры шины



2. Моделирование в САПР (тестовая тележка, колёса, колёсные диски и оси)



3. Пробная печать колёс и тележки



4. Итоговая печать



5. Проведение физического эксперимента с целью определения лучшей конструкции

Результаты вычислений

Вид структуры	Диаметр колеса после деформации, м	Удлинение Δl , мм	Коэффициент жесткости, кН/м
Сотовая	0,078	0,002	27,930
Треугольная	0,076	0,004	13,965
Дугообразная	0,079	0,001	55,860

Постоянные величины

Диаметр колеса – 0,08 м

Масса груза – 5,7 кг

$g = 9,8$ м/с

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы были созданы 3 модели безвоздушной шины различной структуры:

1. сотовая;
2. треугольная;
3. дугообразная.

С помощью физического эксперимента была определена оптимальная структура – сотовая.

Поставленная цель достигнута, выдвинутая в процессе работы гипотеза о том, что если разработать и построить 3D-модели безвоздушной шины различной структуры, то можно с помощью физического эксперимента выбрать его оптимальную форму.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Литература

1. Акбутин Э. А., Доромейчук Т. Н. 3D-принтер: история создания машины будущего // Юный ученый. — 2015. — №1. — С. 97-98. URL: <http://yun.moluch.ru/archive/1/64/> (дата обращения: 24.04.2019)
2. Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX / И.Б. Аббасов. - М.: ДМК, 2012. - 176 с.
3. Алямовский, А.А. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский. - М.: СПб: БХВ-Петербург, 2008. - 192 с.
4. Климачева, Т.Н. Техническое черчение и 3D-моделирование. / Т.Н. Климачева. - СПб.: ВHV, 2008. - 912 с..
5. Сазонов, А.А. 3D-моделирование: Самоучитель / А.А. Сазонов. - М.: ДМК, 2012. - 376 с.

Интернет-ресурсы

6. Энциклопедия 3D-печати [Эл. ресурс]. Режим доступа URL: <https://3dtoday.ru/>
7. Mir-Auto [Эл. ресурс]. Режим доступа URL: <http://mir-auto24.ru/>
8. Все про безвоздушные шины [Эл. ресурс]. Режим доступа URL: <https://autotopik.ru/>