

Для осуществления процесса поверхностного плазменного азотирования в комплексе с плазменной установкой был разработан специальный манипулятор, при помощи которого осуществляется перемещение детали с заданной скоростью относительно плазменной дуги. Упрочняемая деталь располагалась на столике манипулятора горизонтально. Осуществлен процесс поверхностного плазменного азотирования ножей. По результатам экспериментов определены оптимальные параметры процесса поверхностного плазменного азотирования: скорость движения пятна нагрева  $v=10$  мм/с, расход аргона  $Q_{Ar}=1,2$  л/мин, расход азота  $Q_{N_2}=3,6$  л/мин, ток дуги  $I=28$  А [4].

В результате экспериментальных исследований микротвердость поверхности детали увеличена до 466–600 HV<sub>0,1</sub>. Экспериментально подтверждена возможность закалки при наложении соседних дорожек друг на друга с расстояниями 0,4 мм между их осями. Наибольшая глубина упрочненного слоя достигается при  $v = 10$  мм/с, а уменьшение скорости движения плазменной дуги приводит к увеличению глубины упрочненного слоя.

#### **Список цитированных источников**

1. Чигарев, А. В. ANSYS для инженеров / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. – М.: Машиностроение. – 2004. – 510 с.
2. Балановский, А. Е. Плазменное поверхностное упрочнение металлов / А. Е. Балановский. – Иркутск: ИрГТУ, 2006. – 180 с.
3. Таблицы физических величин. Справочник / Под ред. И. К. Кикоина. – М.: Атомиздат, 1976. – 1008 с.
4. Веремейчик, А. И. Разработка основ технологии локального плазменного поверхностного упрочнения рабочей поверхности измельчителей пищевых продуктов / А. И. Веремейчик, М. И. Сазонов, В. М. Хвисевич, А. А. Лазарук // *Фундаментальные и прикладные задачи механики деформируемого твердого тела и прогрессивные технологии в машиностроении: матер. V Дальневост. конф. с междунар. участ., Комсомольск-на-Амуре, 18-21 сентября 2018 г. / редкол.: А. И. Евстигнеев (отв. ред.) [и др.]*. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – С. 96–100.

УДК 629.3

**Карпинчик А. В.**

**Научный руководитель: ст. преподаватель Омесь Д. В.**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЗАВИСИМОЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ В СРЕДЕ AUTODESK INVENTOR**

**Введение.** Студенты машиностроительных специальностей при изучении инженерной графики получают навыки построения твердотельных моделей по заданным чертежам, создания чертежей деталей и сборочных чертежей изделий по их твердотельным моделям. Курс деталей машин посвящен конструированию изделий, входящих в состав различных машин и механического оборудования. Курсы теоретической механики и механики материалов готовят студентов к проведению инженерных расчетов деталей на прочность, жесткость и других видов нагружений. На стыке этих дисциплин стоят такие системы автоматизированного проектирования (САПР), как Inventor, Компас-3D, SolidWorks, Solid Edge, T-flex и пр.

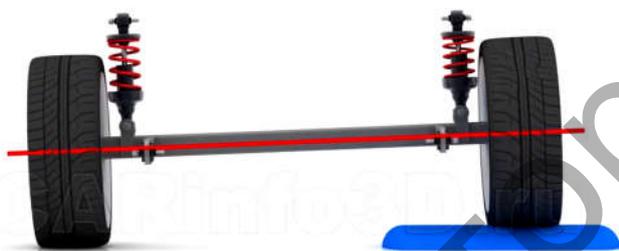
Современные системы автоматизированного проектирования позволяют не только строить трехмерные модели и плоские чертежи, но и решать задачи инженерного проектирования, выполнять расчеты, симуляции, создавать анимации и визуализировать объекты. Трехмерное моделирование узлов и механизмов позволяет оценить приемлемость конструкции, исследовать взаимодействие деталей, выявить ошибки проектирования до запуска изделия в производство.

**Цель и задачи.** Целью настоящей научно-исследовательской работы является изучение возможностей трехмерного моделирования при проектировании и исследовании принципа работы подвески автомобиля, проведении поиска оптимальной конструкции с помощью инженерных расчетов. Была поставлена задача создать полноразмерную твердотельную модель независимой подвески, выполнить симуляцию наезда колесами на искусственные неровности и исследовать принципы работы подвески автомобиля.

**Объект исследования.** В качестве объекта исследования был выбран один из видов независимой двухрычажной подвески легкового автомобиля, как самый распространенный в современном автомобилестроении.

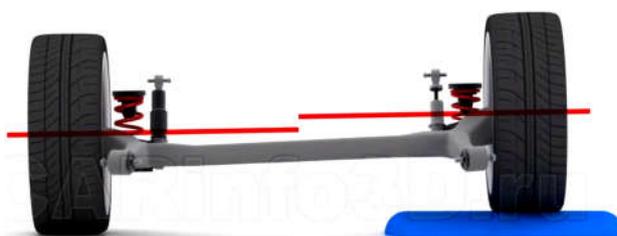
Независимая подвеска – сложный, но эффективный способ дать автомобилю максимально возможное сцепление с дорогой. Такая подвеска сделана из нескольких составляющих звеньев – рычагов. Вместе составляющие конструкции устанавливают колесо в нужной точке и образуют жесткую, но подвижную раму, прикрепленную к ступице, которая предотвращает не только свободное перемещение последней, но также создает необходимую кинематику подвижных частей подвески автомобиля.

**Основная часть.** Существует три основных вида подвески [1, 2]: зависимая, полунезависимая, независимая. В зависимой подвеске (рисунок 1) колеса одной оси жестко связаны между собой. При наезде на неровность одним колесом, второе отклоняется на тот же угол. Такая подвеска выполняется в виде жесткой балки. Это влияет на комфорт езды в худшую сторону. Из плюсов можно отметить дешевизну обслуживания. В современных легковых автомобилях такая конструкция подвески практически не применяется.



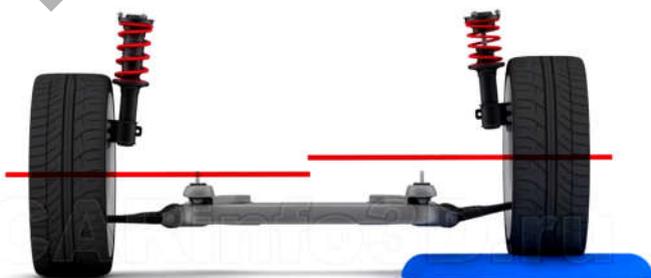
**Рисунок 1 – Зависимая подвеска**

В полунезависимой подвеске (рисунок 2) используется торсионная балка, она позволяет уменьшить зависимость между колесами одной оси. В настоящее время распространена в качестве задней части подвески легкового автомобиля бюджетного и среднего классов. Из плюсов: лучшая управляемость в сравнении с зависимой подвеской. Из минусов: более дорогая в обслуживании.



**Рисунок 2 – Полунезависимая подвеска**

Независимая подвеска существует в различных вариациях. Одна из наиболее распространённых - рычажная схема (рисунок 3). Данный тип подвески позволяет в полной мере освободить колеса одной оси друг от друга. Такая подвеска устанавливается на передней оси практически всех легковых автомобилей и на задней оси автомобилей высокой ценовой категории.



Из плюсов: наилучшая управляемость. Из минусов: является самым дорогим видом подвески в обслуживании.

**Рисунок 3 – Независимая подвеска**

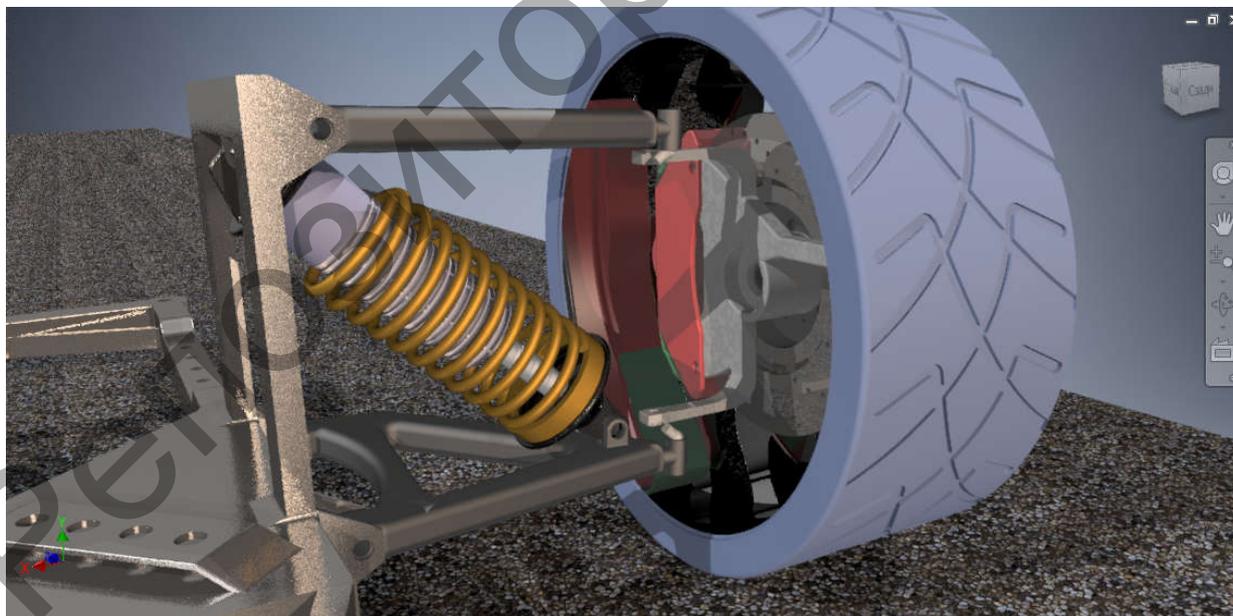
Независимые подвески получили широкое распространение, поскольку при их использовании существенно улучшается возможность компоновки моторного отсека и снижается возможность возникновения автоколебаний колес. В качестве упругого элемента в независимой подвеске обычно применяют пружины. Для независимых подвесок существует множество схем направляющих устройств, которые классифицируются по числу рычагов и расположению плоскости качания рычагов.

Система автоматизированного проектирования Autodesk Inventor позволяет создать полноразмерную твердотельную модель, «заставить» ее двигаться в соответствии с заданным законом движения, а также изучить кинематику и выполнить фотореалистичную визуализацию. Можно долго выполнять построения механизмов и их чертежей на бумаге, но так и не иметь полного представления о его внешнем виде и принципах работы. Создав трехмерную детализированную модель, можно рассмотреть механизм со всех сторон, смоделировать заданное движение звеньев, быстро внести изменения в конструкцию, а также выполнить дополнительные расчеты.

Работа оказалась непростой, поскольку имелись примерные изображения деталей подвески, но сами чертежи отсутствовали, и приходилось ориентироваться на то, что было представлено в видеороликах и на изображениях. Строение механизмов и сопряжения звеньев пришлось проектировать на основании знаний в дисциплине «Теория механизмов и машин». Форма и размеры деталей также подбирались по примерным пропорциям.

Независимая подвеска состоит (рисунок 4) из:

- 1) опоры колёс - поворотный кулак, ступица, подшипник ступицы;
- 2) направляющих деталей колёс – рычаги подвески;
- 3) упругих элементов – пружин;
- 4) амортизаторов;
- 5) элементы крепления подвески – рама.



**Рисунок 4 – Модель подвески**

Во время моделирования были использованы такие инструменты, как [3]: 2D-эскиз, выдавливание (вращение выдавливанием, вырезание выдавливанием), лофт для создания усечённого конуса в углах рамы, рельеф для создания рельефного текста на боковой поверхности шины, тормозного суппорта, а также для создания протектора, 3D-сопряжения для создания скруглений на деталях, трёхмерные и двумерные массивы для создания отверстий.

Если сравнивать моделирование с такой программой, как Компас-3D – Inventor имеет ряд преимуществ:

- рельеф – в Компасе создание рельефа такое, как в Inventor невозможно, из-за чего возникли бы трудности при создании рельефного текста или протектора шины;
- зависимости или параметризация – в Inventor все построения в 2D-эскизах основываются на так называемых «зависимостях»;
- эстетический вид – возможно придание цвета, материала детали, а при использовании трассировки лучей ещё и реалистичные освещение и отражения.

Моделирование работы подвески после сборки можно осуществить разными способами, основные из них:

- движение вручную – перемещать поверхность, по которой колесо скользит;
- с помощью команды привод для неё необходимо создать анимацию зависимости в начальном и крайнем положении;
- среда визуального моделирования Inventor Studio, здесь анимация носит более широкий характер, возможно моделировать не только одну зависимость, а сразу несколько.

Рассмотрев конструкцию подвески, рассмотрим принцип работы всей системы. Что и в каком порядке двигается и чего ожидать в случае несоблюдения правил. В случае наезда на препятствие или неровность колесо автомобиля смещается в вертикальном направлении относительно кузова. Сжимается пружина амортизационной стойки и рычага, которые крепятся за счет подвижных соединений к несущей части и ступице колеса.

Основной удар приходится на пружину, но так как она не способна быстро поглотить удар, на помощь приходит амортизатор, поглощающий всю энергию удара. Помимо энергии удара на колесо автомобиля действует усилие, за счет которого колесо смещается в горизонтальном направлении. Чтобы колесо оставалось на месте, за это отвечают два рычага, установленные под углом.

Преодолев неровность, начинается обратный процесс. Пружина амортизационной стойки принимает исходное положение, за счет чего колесо начинает выравниваться относительно кузова автомобиля. Стоит понимать, что во время преодоления неровностей каждое колесо смещается независимо друг от друга.

Как бы не утверждали производители, что независимая подвеска отлично справляется с неровностями, часть из ударов все же передается на кузов автомобиля. Если оба колеса автомобиля движутся по неровностям, то, несмотря на мягкость пружин и качество амортизаторов, кузов автомобиля может раскачиваться. В таком случае инженеры используют стабилизатор поперечной устойчивости.

**Заключение.** В результате проделанной работы спроектированы и соединены зависимостями элементы модели подвески автомобиля, обеспечивающие требуемое движение звеньев, чтобы имитировать работу подвески. Для полноразмерной твердотельной модели создан сценарий анимации, симулирующий наезд колесами на неровности.

Данная модель может быть использована в учебных целях как для наглядной демонстрации возможностей кинематического и инженерного анализа трёхмерной модели, так и для наглядного примера наложения различных зависимостей на модель для визуализации движения отдельных частей или всей модели в целом.

При выполнении поставленных задач значительно расширены и углублены знания в работе с трехмерными моделями, исследованы возможности, предоставляемые современными САПР. Полученные навыки можно использовать для подготовки презентаций проектируемых узлов и изделий машиностроения при обучении в вузе, а также после его окончания. Кроме визуализации созданного проекта можно производить расчет геометрических и физических свойств модели, проводить различные инженерные расчеты.

### Список цитированных источников

1. Карунин, Л. А. Конструкция автомобиля. Шасси. – М: НАМИ, 2000. – 528 с.
2. Дэс Хаммил. Подвеска и тормоза. – СПб: Легион-Автодата, 2005. – 97 с.
3. Том Трембли. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Официальный учебный курс : пер. с англ. Л. Талхин. – М: «ДМК Пресс», 2013. – 344 с.

УДК 637.513.1

**Кот А. В., Дудар Л. Н.**

**Научный руководитель: ст. преподаватель Ляшук Н. У.**

## СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ МЯСОЖИРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ УБОЯ И РАЗДЕЛКИ СВИНЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 250 Г/ЧАС

**Введение.** Разработка технического предложения технологической линии убоя и разделки свиней выполняется в соответствии с НИОК(Т)Р «Разработка системы машин для мясожировых производств» госрегистрация № 20164697 от 29.12.2016 г., раздел «Разработка технологических линий убоя и разделки скота в соответствии с их классификацией». Классификация технологических линий убоя и разделки свиней по производительности [1] указана в таблице 1.

**Таблица 1 – Классификация линий убоя и разделки свиней большой мощности**

№ п/п	Производительность линии, голов в ч	Критерии классификации, характеристика применяемого оборудования	Применение линий
1	До 180	-шпарка производится в роторном шпарчане, возможно применение вертикальной шпарки; -применяется отдельно порталная скребмашина и опалочная печь; -транспортирование голов, белых и красных органов до позиций обработки на конвейерах; -оглушение с помощью рестрайнер-бокса, возможно применение оглушения в CO <sub>2</sub> ; -возможно применение скребмашины непрерывного действия (винтовой); -применение 8-вальной бичевой мойки	Мясокомбинаты большой мощности
2	До 250	- оглушение с помощью рестрайнер-бокса или в среде CO <sub>2</sub> ; -вертикальная шпарка; -винтовая скребмашина непрерывного действия; -8-валовая бичевая мойка; -а также применение роботов на операциях распиловки туш на полутуши, отрезания головы и конечностей	Крупные мясокомбинаты

Для оценки целесообразности разработки линии производительностью 250 голов в час проанализируем статистические данные развития поголовья свиней в Республике Беларусь и Российской Федерации в таблице 2 [2].