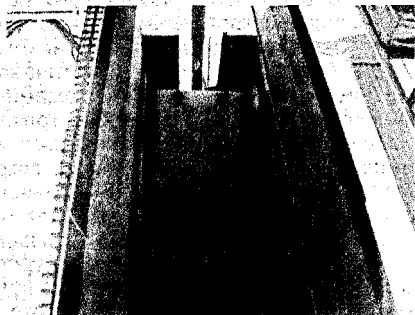


Рисунок 5 – Электростимулятор



Выводы. В ходе НИРС был проведен анализ основного технологического оборудования для убоя и разделки КРС производимого в европейских странах и СНГ. Результаты настоящей работы являются основанием для разработки технологической линии и рабочей документации для серийного производства технологического оборудования, входящего в состав линии.

Список цитированных источников

1. Ляшук, Н.У. Система машин для мясозирового производства. Классификация технологических линий убоя и разделки скота / Н.У. Ляшук, Р.А. Титовец // Новые технологии и материалы, автоматизация производства: Н72 материалы Междунар. научн.- техн. конф., Брест, 2-3 ноября 2016 г. – Брест: БрГТУ, 2016. – 236 с.
2. Мясозировое производство: убой животных, обработка туш и побочного сырья / Под ред. А.Б. Лисицына– М.: ВНИИ мясной промышленности, 2007.
3. Оборудование для мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Отраслевой каталог. ЦНИИТЭИлепищемаш. – Москва, 1986.

УДК 629.3

Ковальчук И. В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Омесь Д. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ШАГАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ INVENTOR

Целью работы является изучение возможностей трехмерного моделирования при проектировании и исследовании кинематики шагающих механизмов, проведении поиска оптимальной конструкции с помощью встроенных инструментов.

Студенты машиностроительных специальностей при изучении инженерной графики получают навыки работы в среде КОМПАС 3D – построение твердотельных моделей по заданным чертежам, создание чертежей деталей и сборочных чертежей изделий по их твердотельным моделям. В курсы теории механизмов и машин студент знакомится со строением и принципами работы различных видов механизмов, методами их расчета и проектирования. Курс деталей машин посвящен конструированию изделий, входящих в состав различных машин и механического оборудования. И, наконец, 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 системы автоматизированного проектирования (САПР), такие как Inventor, SolidWorks, SolidEdge, 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.

В качестве объекта исследования был выбран один из видов шагающих механизмов, так как знаний, полученных на занятиях по теории механизмов и машин для разработки его конструкции достаточно, а САПР 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 схем их движения на бумаге, но так и не иметь полного представления о внешнем виде. Создав трехмерную детализированную модель, можно рассмотреть механизм со всех сторон, смоделировать заданное движение звеньев, быстро внести изменения в конструкцию, а также выполнить дополнительные расчеты.

Первыми предпосылками появления шагающих механизмов были человеческие идеи. Так, в начале XVIII века была построена машина, передвигающаяся с помощью ног и колес [1]. Причем главным движущим механизмом являлись именно ноги. Это была традиционная для того времени идея, поскольку люди перемещались на телегах, каретах и т. п. И естественно, люди первым делом думали, каким образом можно соединить эти две идеи, чтобы модернизировать данный вид транспорта.

Пафнутий Львович Чебышев, будучи профессором Санкт-Петербургского университета, изобрел и воплотил в жизнь первый в мире шагающий механизм «в дереве и железе» и назвал его «Стопоходящая машина». Этот механизм, изобретенный российским математиком, получил всеобщее одобрение на Всемирной выставке в Париже 1878 года. Так же существенный вклад в данном направлении сделал Тео Янсен – нидерландский художник и кинетический скульптор. Он строит огромные сооружения, напоминающие скелеты животных, которые способны передвигаться под воздействием ветра по песчаным пляжам.

В прошлом году в рамках недели науки была разработана и представлена модель шагающего механизма (рисунок 1), основная конструкция которой позаимствована именно у механизма Тео Янсена [2].

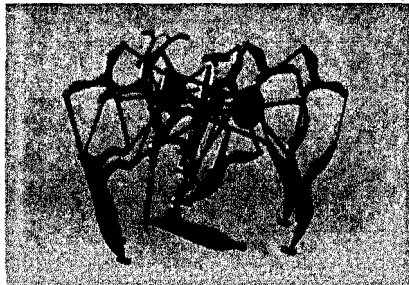


Рисунок 1 – Модель шагающего механизма

Работа оказалась непростой, поскольку имелись примерные пропорции звеньев, 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 познаниях в дисциплине «Теория механизмов и машин». Форма и размеры деталей также подбирались по примерным пропорциям.

В этом году для исследования был выбран механизм Кланна. Он представляет собой плоский механизм, имитирующий походку животных и способный служить в качестве замены колесу. Механизм Кланна имеет множество преимуществ шагающего механизма, и в то же время лишён некоторых свойственных им ограничений [3]. Например, он может перешагивать через бор-

дюры, взбираться по ступеням, т. е. совершать перемещения, которые недоступны для колёсных движителей, кроме того этот механизм не требует управления его двигателями со стороны микропроцессоров, причём количество этих двигателей может быть уменьшено по сравнению с другими видами техники, предназначенной для выполнения тех же функций (рисунок 2).



Рисунок 2 – Самоходная техника на основе механизма Кланна

Так, исходя из знаний курса «Теории механизмов и машин», по внешнему виду модели можно чётко выделить отдельные звенья, включая кривошипы, трёхзвенники и коромысла, и произвести их расчёт в соответствии с

заданными движениями ведомых звеньев. Знания из курса «Теоретической механики» помогли увидеть, что, если рассматривать отдельно сборку из 2-х ножек и одного вращающегося звена со сдвинутыми на 180° плоскими шарнирами, можно рассмотреть её в виде системы уравнений, аналитически описывающих характер движения робота на ходулях по упрощённой модели.

При изменении размеров ведомых звеньев можно добиться изменения траектории движения опорных ног, то есть сделать движение более линейным, что повысит общую скорость передвижения механизма, или увеличить длину одного из шатунов, тем самым изменить минимальную и максимальную высоту поднятия ножек, что позволит шагоходу преодолевать более высокие препятствия на пониженной скорости [4].

Также, используя полученные знания из курса «Инженерная графика» и опыт работы в программах трёхмерного моделирования, была создана концептуально новая модель на базе шагающего механизма Кланна в среде моделирования Inventor. Данная САПР является одной из самых передовых сред трёхмерного моделирования с расширенным инструментарием и возможностями по части визуализации готовых проектов, позволяет создавать твердотельные модели любой сложности и размеров, объединять их в сборочные узлы и изделия, а с помощью встроенной среды InventorStudio – моделировать движения звеньев, изменение их оптических свойств по заданным сценариям и сохранять результат в видеоролик. Эти возможности можно использовать для презентации проектов [5].

Модель состоит из передвигаемой базы, четырёх пар ног (или кривошипов), вращающихся звеньев со сдвигом по фазе вращения и механической передачи на базе эвольвентного зубчатого зацепления. Шагающий механизм был смоделирован с полной детализацией конструкции. Затем произведена сборка всех деталей с помощью зависимости. Результат представлен на рисунке 3.

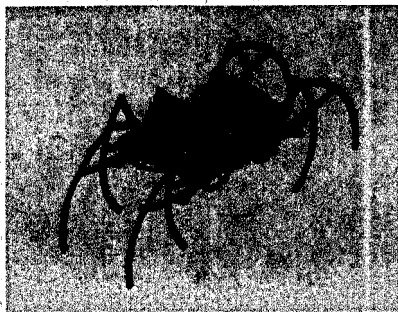


Рисунок 3 – Спроектированная модель на основе шагающего механизма Кланна

Полностью спроектированы и соединены зависимостями элементы модели, обеспечивающие требуемое движение звеньев, чтобы имитировать шаг. Для готовой твердотельной модели создан сценарий анимации. В результате проведенной работы была получена модель с оптимальными размерами звеньев, при которых колебания передвигаемой базы в вертикальном направлении минимальны, и достигнута максимально приближенная к линейной траектория движения ведомой базы.

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. Ведь кроме визуализации созданного проекта можно производить расчет геометрических и физических свойств модели, проводить различные инженерные расчеты.

Список цитированных источников

1. Павловский, В.Е. О разработках шагающих машин. – М: Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, 2013. – 32 с.
2. Ковальчук, И.В. Шагающие механизмы на основе Inventor 2017 / И.В. Ковальчук, Д.В. Макарук // Проблемы водохозяйственного строительства и охраны окружающей среды : сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов : в 2 ч. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: В.С. Рубанов (гл.ред.) [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2017. – Ч. 1. – С. 29–32.
3. Каргинов, Л.А. Проектирование систем приводов шагающих роботов с дровидной кинематической системой: Учебное пособие для вузов / Л.А. Каргинов, А.К. Ковальчук, Д.Б. Кулаков [и др.] – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 116 с.
4. Лапшин, В.В. Механика и управление движением шагающих машин. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2012. – 200 с.
5. Трембли, Том. 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., Рассохин Р. В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Ляшук Н. У.

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ВХОДЯЩЕГО В ЛИНИЮ ДЛЯ УБОЯ И РАЗДЕЛКИ СВИНЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 40 ГОЛОВ В ЧАС

Исследования выполняются для определения прототипов разрабатываемых машин, входящих в состав линии убоя и разделки свиней производительностью до 40 голов в час. Разработка технологической линии убоя и разделки свиней выполняется в соответствии с НИОК(Т)Р «Разработка системы машин для мясожировых производств» государственный №20164697 от 29.12.2016 г., раздел «Разработка технологических линий убоя и разделки скота в соответствии с их классификацией».

Целью является организация серийного производства технологической линии на машиностроительном предприятии Республики Беларусь. Задачей является разработка технического проекта технологической линии убоя и раз-