

Геометрические объекты – детали и сборки, наполняются физическим смыслом, т. е. определяются нагрузки, крепления и производится вычисление напряжений в рамках теории вязко-упругих систем методом конечных элементов. Высокая скорость вычислений достигается за счет применения технологии FFE (метод «быстрых» конечных элементов) и возможности оперативного моделирования технически сложных объектов. Метод математического моделирования процессов в конструируемом механизме параллельно с проектированием позволяет предсказать его работу и характеристики с высокой степенью адекватности без построения реальных прототипов.

Проектирование происходило в несколько стадий: создавались трехмерные модели деталей механизмов ДВС, оценивалась технологичность производства деталей, оптимизация по массе и ее распределению по деталям механизмов ДВС с целью уравнивания сил инерции вращающихся масс, прочностный расчет конструкций механически нагруженных деталей.

Заключение.

В результате проделанной работы спроектированы и соединены зависимостями элементы модели ДВС автомобиля, обеспечивающие требуемое движение звеньев, чтобы имитировать работу двигателя. Для полноразмерной твердотельной модели создан сценарий анимации, симулирующий рабочий цикл двигателя.

Предложенный подход к проектированию и анализу ДВС существенно повысил точность и визуализацию процесса проектирования. 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 на производстве. Кроме визуализации созданного проекта, можно производить расчет геометрических и физических свойств модели, проводить инженерные расчеты.

Список цитированных источников

1. Шароглазов, Б. А. Двигатели внутреннего сгорания : теория, моделирование и расчёт процессов : Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б. А. Шароглазов, М. Ф. Фарафонов, В. В. Клементьев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 403 с.
2. Том Трембли. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Официальный учебный курс / пер. с англ. Л. Талхин. – М: «ДМК Пресс», 2013. – 344 с.
3. Мальдонадо, Вальехо П.Р. Реализация процесса проектирования кривошипно-шатунного механизма ДВС в системе Autodesk Inventor // Вестник РУДН, серия «Инженерные исследования». – 2008. – № 2. – С. 85-89.

УДК 539.3

Кондратюк В. О., Старикевич М. О.

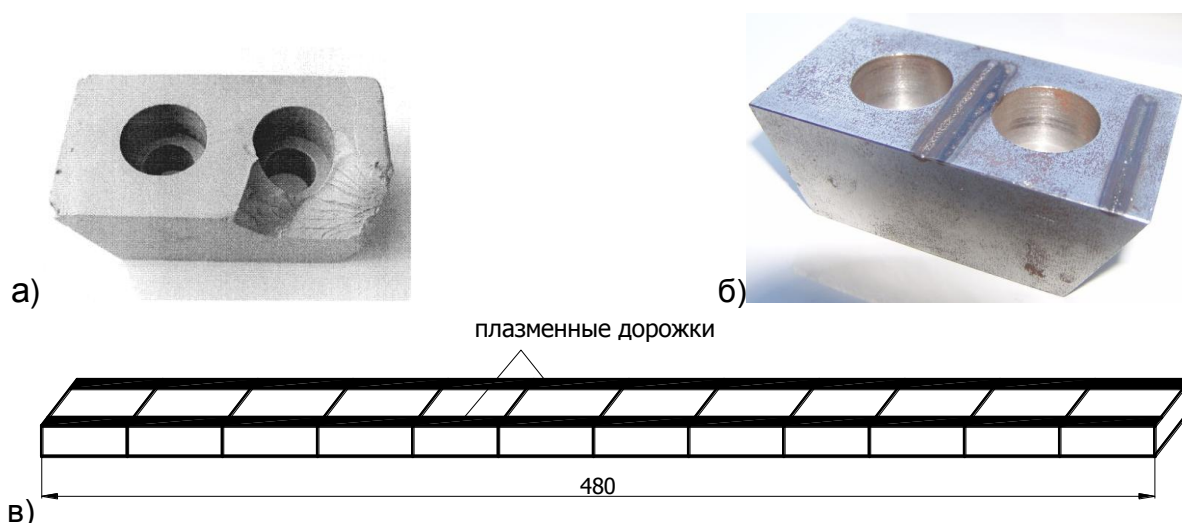
**Научные руководители: к.т.н., доцент Хвусевич В. М.,
к.ф.-м.н., доцент Веремейчик А. И.**

РАЗРАБОТКА ОСНОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛИ МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Известно, что долговечность и износостойкость поверхностного слоя изделий в основном зависят от характера распределения микротвердости по глубине слоя в пределах допуска на износ [1]. Например, при абразивном меха-

низме изнашивания изделий параметры микротвердости и износостойкости хорошо согласуются между собой. Деталь машины для дробления древесных отходов подвергается абразивному износу и воздействию ударных нагрузок. Поэтому те свойства, которые приобретает изделие при поверхностном упрочнении с помощью плазменной дуги, позволяют существенно увеличить его долговечность [2].

При использовании установок (машин) для дробления древесных отходов мебельного и других производств применяются детали (ножи) в виде усеченной пирамиды из стали 40Х (рисунок 1). Ножи упрочнялись с помощью объемной закалки. В процессе эксплуатации эти детали подвергались механическому изнашиванию и воздействию динамических нагрузок, в результате чего происходил не только интенсивный износ их режущей части, но и выламывание кусков металла размерами до 2–3 см (рисунок 1а). Такой вид разрушения характерен при упрочнении деталей объемной закалкой. Он обусловлен возникновением в металле значительных механических напряжений и охрупчивания стали. Чтобы исключить возникновение таких дефектов в материале, предложено осуществлять упрочнение ножей, в частности их режущей кромки, поверхностной плазменной закалкой (ППЗ).



а) после эксплуатации при упрочнении объемной закалкой; б) нож с нанесенными «дорожками»; в) групповая поверхностная плазменная закалка ножей

Рисунок 1 – Ножи для дробления древесных отходов

Для осуществления процесса упрочнения сначала осуществляли групповую поверхностную плазменную закалку заготовок ножей (рисунок 1в) с помощью плазменной установки. При этом заготовки укладывали так, что их предполагаемые режущие кромки располагались на одной линии. Для достижения высокой производительности групповую закалку осуществляли по 40-50 деталей в течение 12-17 минут. Процесс ППЗ производили в двух вариантах: упрочнение без перекрытия зоны влияния плазменной дуги (с зазором 1,5 мм между упрочненными зонами) и с перекрытием зоны влияния плазменной дуги на 30 %. В первом варианте формировали по 4-5 дорожек, во втором по 6-7 дорожек. Эксперименты показали, что срок эксплуатации ножей, упрочненных по второму варианту, на 10 % выше. Эти результаты и результаты, приведенные в [1], показывают, что перекрытие дорожек зоны теплового воздействия плазменной дуги существенно повышает трещиностойкость и удар-

ную вязкость деталей, при этом несколько снижается износостойкость. Снижение износостойкости вызвано не наличием зоны отпуска, которое здесь имеет место, а снижением микротвердости упрочненной поверхности из-за повторного нагрева детали. Повышение трещиностойкости можно объяснить только повышенной пластичностью сталей с структурой отпуска. Образованная в этой зоне троосто-сорбитная структура вследствие воздействия плазменной дуги характеризуется высокой степенью дисперсности. Такой вариант поверхностной плазменной заправки играет более значительную роль в случае воздействия динамических нагрузок на деталь, чем вариант без перекрытия.

Как показали исследования, механизм разрушения образцов при упрочнении с перекрытием и без перекрытия зоны влияния дуги подобен. Разрушение образцов происходит с торможением при переходе из твердого в мягкий слой, что характерно при термообработке сталей высококонцентрированными источниками нагрева.

Таким образом, для ППЗ ножей принят вариант с 30 % перекрытием зоны влияния плазменной дуги. После термообработки осуществлялась механическая заточка заготовок для образования режущей кромки.

ППЗ ножей производилась при постоянном расстоянии среза сопла плазмоторна до поверхности детали ($h=1,5-2$ мм), скорости перемещения плазмоторна $v=11,2$ мм/с, токе дуги $I=26$ А, расходах рабочего газа аргона $Q_1=1,9$ л/мин и защитного газа $Q_2=3,6$ л/мин. При этом достигается существенно большая микротвердость поверхностного (до $710 HV_{0,1}$) по сравнению с объемной заправкой ($450 HV_{0,1}$).

Для определения степени износа выбирались две партии по пять деталей, упрочненных объемной заправкой и с помощью плазменной дуги, которые соответствовали следующему времени эксплуатации: № 1 – базовая деталь (неэксплуатируемая); № 2 – после месячной эксплуатации; № 3, № 4, № 5 – после 2-х, 3-х, 4-х месячной эксплуатации соответственно.

Сравнительные измерения профиля детали выполнялись на измерительном комплексе с лазерным сканированием Mistral 070705 фирмы BROWN&SHARPE с программным обеспечением PC-DMIS PRO Software, позволяющего производить контроль в 3D с предоставлением протоколов контроля (точность измерения $0,003$ мм). По результатам измерений определялась форма детали в формате “igs”, и результаты поступали в компьютер на обработку программой SolidWorks, с помощью которой строилась модель детали (рисунок 2).

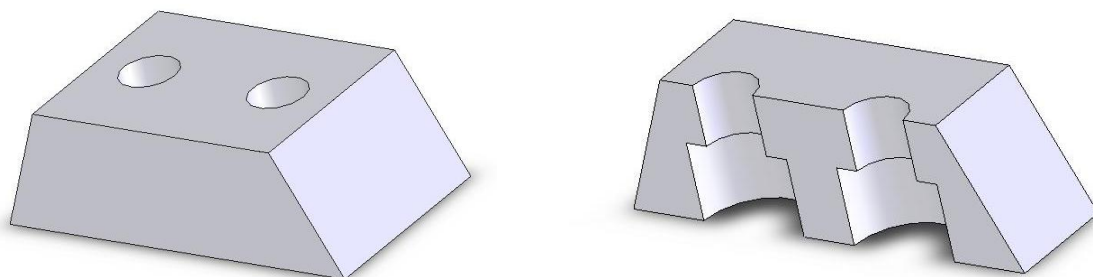


Рисунок 2 – Компьютерная модель детали

Далее деталь разделялась плоскостями А-Д на части, с выделением плоскостью Т исследуемого фрагмента (рисунок 3).

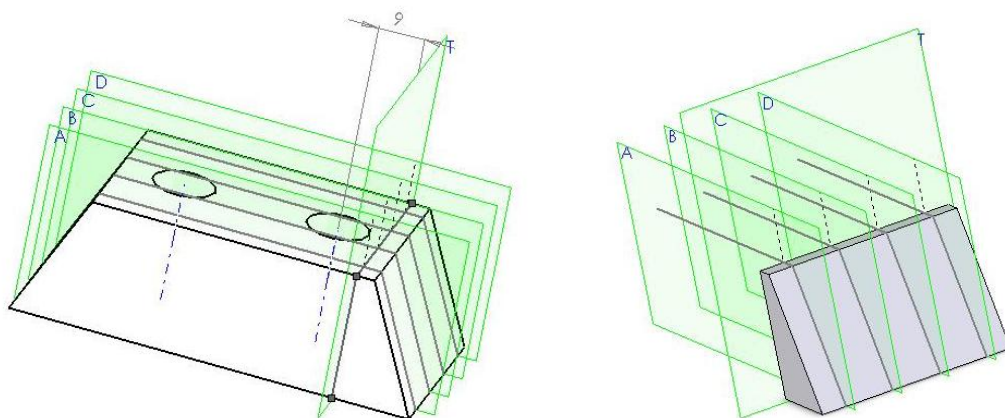


Рисунок 3 – Положение плоскостей для анализа исследуемого фрагмента

На сгенерированных кривых построена поверхность с помощью техники «вытягивания» профилей (рисунок 4).

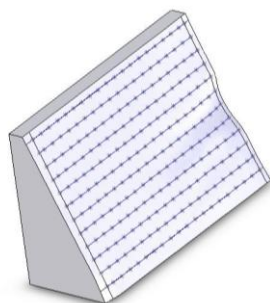


Рисунок 4 – Поверхность анализируемого фрагмента детали

Основываясь на полученных поверхностях, были построены элементы анализируемых частей детали. Используя плоскости А–D, построены плоские элементы соответствующих фрагментов деталей. С помощью программы AutoCAD вычислены поля поверхностей рассматриваемых элементов. Для вычисления параметра износа детали использовалась формула:

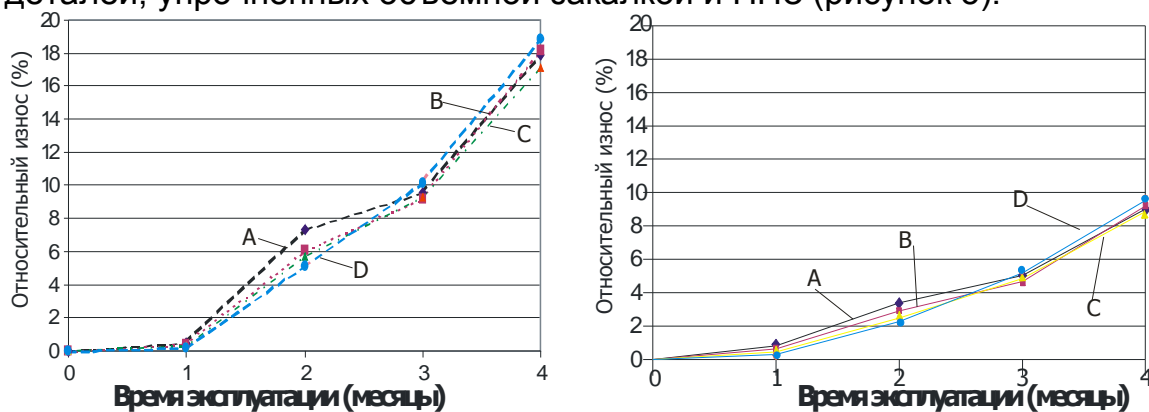
$$\Phi_{nm} = \frac{S_{1m} - S_{nm}}{S_{1m}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где Φ_{nm} – относительный процент износа детали; S_{nm} – поле поверхности анализируемого сечения для соответствующей детали n в соответствии с плоскостью m ; n – номер детали ($n=1-5$); m – наименование соответствующей плоскости ($m=A-D$). Вычисленные по формуле (1) значения сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Относительный износ детали для дробления древесных отходов

плоскость „ m ” № детали „ n ”	A	B	C	D
1	0	0	0	0
2	0,522716	0,372987	0,291704	0,207708
3	7,328701	6,059883	5,660922	5,152895
4	9,530224	9,146942	9,312608	10,18617
5	17,91177	18,1535	17,13107	18,88431

На основании полученных данных построены графики относительного износа деталей, упрочненных объемной закалкой и ППЗ (рисунок 5).



а) объемной закалкой; б) поверхностной плазменной закалкой
Рисунок 5 – Графики износа ножей из стали 40X, упрочненных

Экспериментами установлен значительный эффект применения ППЗ для стали 40X. В зоне воздействия плазменной дуги микроструктура состоит из однородного высокодисперсного мартенсита, остаточного аустенита и карбидов. Срок эксплуатации ножей для измельчения древесных отходов при использовании локальной ППЗ увеличен в 2,1 раза по сравнению с объемной закалкой.

Список цитированных источников

1. Плазменное поверхностное упрочнение / Л.К. Лещинский [и др.]. – Киев: Тэхника, 1990. – 109 с.
2. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н.В. Спиридонов [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 1988. – 155 с.

УДК 664.02:637.5

Литвинович А. Н.

Научный руководитель: ст. преподаватель Ляшук Н. У.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ УБОЯ И РАЗДЕЛКИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 80 Г/ЧАС

Разработка технического проекта технологической линии убоя и разделки крупного рогатого скота (далее – КРС) выполняется в соответствии с НИОК(Т)Р «Разработка системы машин для мясожировых производств» гос. №20164697 от 29.12.2016 г., раздел «Разработка технологических линий убоя и разделки скота в соответствии с их классификацией».

Данная статья является логическим развитием предыдущих статей [1,2]. В ней акцентируется внимание на моментах, не описанных в предыдущих статьях.

Разработке подлежит следующее технологическое оборудование и приспособления: шкуроемная машина, устройство фиксации задних ног при снятии шкуры и электростимулятор. Приведем их описание.

Основным технологическим оборудованием из вышеперечисленного является шкуроемная машина. Приведем её классификацию в Таблице 2.