

УДК 622.331.002.5.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МАШИН**

**Синицын В.Ф., д.т.н., профессор,  
Копенкина Л.В., к.т.н., доцент**

*Тверской государственной технической университет*

Аннотация: рассматривается необходимость применения прикладных программ при проектировании торфяных машин в учебном процессе для формирования конкурентоспособного специалиста. Показаны достоинства применения прикладных программ для решения задач расчета и проектирования торфяных машин – уравнивания торфяных гусеничных машин, определения геометрических параметров ножа фрезы, силового и энергетического расчета фрезы.

Ключевые слова: проектирование, прикладные программы, торфяные машины, учебный процесс.

## **APPLICATION OF COMPUTER TECHNOLOGY IN MACHINE DESIGN**

**Sinitsyn V.F., professor  
Kopenkina L.V., assistant professor**

*Tver State Technical University*

Annotation: the necessity of using application programs in the design of peat machines in the educational process for the formation of a competitive specialist is considered. The advantages of using application programs for solving problems of calculation and design of peat machines are shown – balancing peat tracked machines, determining the geometric parameters of the cutter knife, power and energy calculation of the milling cutter.

Keywords: design, application programs, peat machines, educational process.

Применение компьютера при проектировании предполагает наличие соответствующего программного обеспечения – прикладных программ. Прикладные программы по проектированию, например, торфяных машин могут быть созданы только в торфяной отрасли и при активном участии специалистов отрасли, обладающих соответствующими знаниями и навыками.

Для того, чтобы стать конкурентоспособными специалистами, студенты, обучающиеся по направлению подготовки бакалавриата 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профилю Технологические машины и оборудование для разработки торфяных месторождений, при изучении курса «Автоматизированное проектирование» на кафедре Технологические машины и оборудование (ТМО) Тверского государственного технического университета (ТвГТУ) получают знания и навыки, достаточные для создания прикладных программ по расчету и проектированию торфяных машин. Студенты могут использовать их для решения задач проектирования машин в курсовом и дипломном проектировании. Инструкцией по применению этих готовых программ служат учебное пособие и монография по автоматизированному проектированию [1, 2].

С использованием традиционного чертежного инструмента решение задачи проектирования не обеспечивает достаточной оперативности, что является препятствием для всестороннего анализа ситуации при проектировании и может быть причиной выбора не оптимальных, а всего лишь допустимых параметров, а то и ошибки в определении параметров.

Например, построение траектории режущей кромки и контуров поперечного сечения ножа фрезы торфяной машины при расположении режущей кромки в различных точках траектории полностью формализуема. Для решения задачи геометрического проектирования ножа фрезы нами предлагается использовать итерационный процесс, реализуя его с использованием программы RESEZ, созданной на кафедре ТМО ТвГТУ.

Программа RESEZ была использована для анализа рациональности геометрических параметров ножей фрезеров МТФ-12А, Фпр-9,5 и МТФ-17. Геометрические параметры ножей задавались из сборочных чертежей фрез названных фрезеров. Режимы работы принимались на основании технических характеристик

фрезеров. Результаты анализа показали, что геометрические параметры ножей названных фрез не обеспечивают нормального резания: ножи взаимодействуют с фрезеруемым материалом задними гранями.

Предложенный нами вариант представления системы сил, действующих на машину, позволяет унифицировать расчеты, связанные с уравниванием гусеничной машины. Традиционный для проектирования способ решения задачи наилучшего уравнивания машины – это осуществление итерационного процесса, заключающегося в циклическом выполнении трех процедур: выполнение проверочного расчета, оценка результатов расчета, корректирование исходных данных.

Распределение давлений под гусеницами машины зависит от формы и размеров опорной поверхности, величины нормальной составляющей главного вектора действующих на машину внешних сил, положения центра давления. Следовательно, с целью оптимального уравнивания машины можно корректировать вес и расположение узлов машины, величины и расположение внешних сил, а также параметры, характеризующие гусеничный ход.

Унификация этих расчетов дала возможность разработать алгоритмы традиционного решения задачи наилучшего уравнивания, эффективно реализуемые с помощью программы URGRAF. Кроме того, использование предложенного варианта представления системы сил позволило для некоторых случаев нагружения найти расчетные алгоритмы решения задачи наилучшего уравнивания, реализуемые при использовании компьютерной техники автоматически.

Нами предложено алгоритмическое решение задачи силового и энергетического расчета фрезы. В основе алгоритмического решения лежат те же представления о процессе резания, которые являются основой традиционного решения.

Традиционное решение задачи силового и энергетического расчета фрезы дает возможность вычислить средние значения действующих сопротивлений и мощностей, но не позволяет определить закономерности изменения этих величин во времени. Соответственно, традиционное решение не позволяет количественно оценить различие в пульсации сопротивлений и мощностей для фрез с различным расположением ножей по

поверхности фрезы (зафиксированным в экспериментах) и, следовательно, не может использоваться при поиске и обосновании оптимального варианта расположения ножей. Между тем знание закономерностей изменения во времени сопротивлений и мощностей необходимо и при выполнении прочностных расчетов, и при решении задач динамики приводов.

В отличие от традиционного решения, алгоритмическое дает возможность получить полное описание изменения во времени сопротивлений, действующих на отдельный нож и на фрезу в целом. Математические модели, реализованные в программах силового расчета, не имеют внутренних противоречий, присущих традиционным моделям, поэтому представляет интерес сравнение результатов расчетов по двум вариантам: с использованием традиционных методов и с использованием разработанных программ силового расчета. При этом отличие результата, полученного с использованием традиционного метода, от результата, полученного с использованием программ силового расчета, логично считать погрешностью традиционного метода. Традиционные методы расчета не отражают пульсации сил и мощностей в процессе фрезерования, поэтому единственным возможным сравнением является сравнение сил и мощностей, полученных с использованием традиционных методов, с математическими ожиданиями соответствующих показателей, полученных с использованием программ силового расчета фрез.

Сравнение результатов расчетов и экспериментов свидетельствует об их хорошем совпадении (особенно с учетом того, что речь идет не о специально поставленных экспериментах): среднее расхождение ординат экспериментального и расчетного импульсов составляет 25,5% [2].

### **Список использованных источников**

1. Сеницын, В.Ф. Автоматизированный расчет и проектирование торфяных машин: учеб. пособие /В.Ф. Сеницын. – Тверь: ТГТУ, 2002. – 116 с.

2. Сеницын, В.Ф. Автоматизированное проектирование: монография /В.Ф. Сеницын, Л.В. Копенкина. – Тверь: ТвГТУ, 2018. – 176 с.