

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МУЛЬТИПЛИКАТОРА ДЛЯ МИКРОГЭС

Карпенко В.В.,

научный руководитель канд. техн. наук Головин М.П.

*Сибирский федеральный университет*

Реализация мультипликатора, как объекта автоматизации конструирования одного из основных компонентов торцевого синхронного генератора микроГЭС – это востребованная и довольно сложная задача в микрогидроэнергетике.

Проблема автоматизации заключается в том, что различные условия для работы микроГЭС заставляют пересматривать конструктивные варианты, которые не всегда являются наиболее дешевыми и легкими в изготовлении.

По конструктивному исполнению [1] генераторов их можно разделить на группы с мультипликатором и с прямым приводом от турбины. Первые версии генераторов из-за невысокой скорости реки, оснащались мультипликатором, который мог существенно повысить стоимость конструкции. Варианты без мультипликатора более предпочтительны, так как имеют более дешевую и простую конструкцию, но имеют существенное ограничение на минимальную скорость реки – это 1,8 м/с, которая характерна для крутосклонных рек.

В целом мультипликатор (рисунок 1) представляет собой цилиндрическую зубчатую передачу наружного зацепления, которая повышает скорость вращения ротора генератора и, тем самым уменьшает число пар полюсов до величины приемлемых с позиций массогабаритных и стоимостных показателей, обеспечивая оптимальные характеристики генератора в целом.

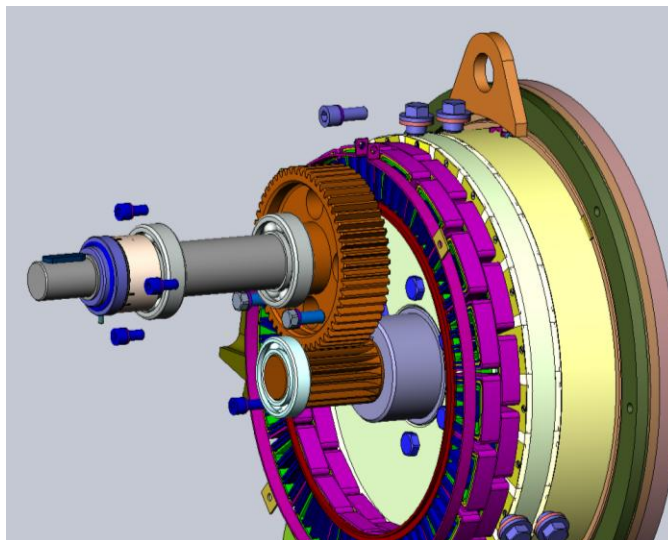


Рисунок 1 – Мультипликатор торцевого генератора.

Поставленная задача реализована в рамках компьютерной среды поддержки жизненного цикла микроГЭС от синтеза параметров генератора и турбины до конструкторско-технологической подготовки производства. Автоматизация конструирования мультипликатора – одна из подсистем единой системы [2].

В статье приведена реализация автоматизированного проектирования мультипликатора, которая будет расширена блоком критериальной оптимизации.

Расчет параметров колес мультипликатора требует удовлетворения двух противоречивых условий: 1. Вписывания передачи во внутреннюю полость генератора; 2.

Обеспечение прочности малого колеса в минимальном расстоянии от впадин до шпоночного паза, в связи с этим нами разработанная методика проектирования мультипликатора генератора, учитывающая особенности постановки задачи и отвечающая требованиям ГОСТ 21354-87 «Передачи зубчатые цилиндрические, эвольвентные, внешнего зацепления. Расчет на прочность».

Целью расчета зубчатой передачи в данном случае является определение максимального радиуса внутренней полости под мультипликатор (рисунок 2) по критериям работоспособности зубчатой передачи и минимального радиуса внутренней полости по прочности обода шестерни в зоне шпоночного паза (рисунок 3).

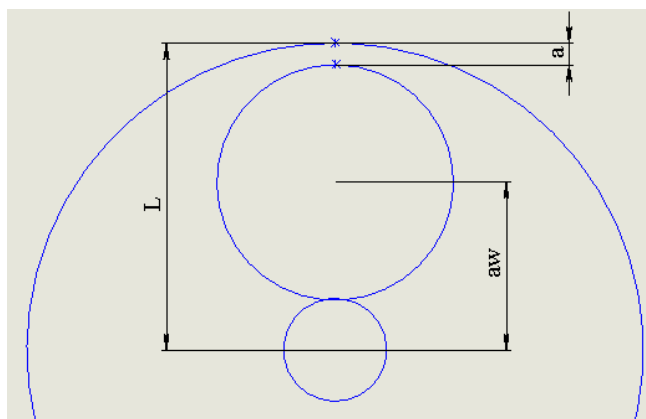


Рисунок 2 – Максимальный радиус внутренней полости под мультипликатор ( $L$ )

Необходимость проверочного расчета параметра  $L$  заключается в том, что данный параметр является ограничением на максимальные габариты зубчатых колес и в случае его превышения – такой вариант передачи отбрасывается.

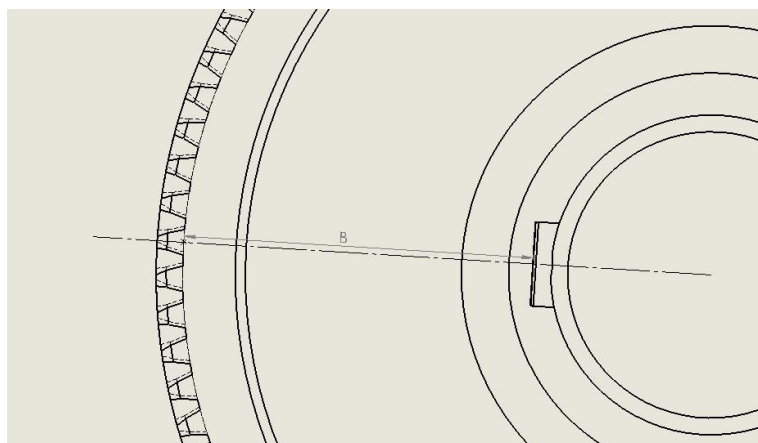


Рисунок 3 - Минимальный радиус внутренней полости по прочности обода шестерни ( $d_3$ )

Минимальный диаметр впадин определяется прочностью по впадине зуба (рисунок 3) и если результат неудовлетворительный – такой вариант отбрасывается.

Алгоритм состоит из 5 разделов: расчет кинематических и энергетических параметров, выбор материала и расчет допускаемых контактных напряжений при проектировании, расчет геометрических параметров передачи, расчет всех видов допускаемых напряжений, проверки зубчатых колес по всем видам работоспособности.

Алгоритм расчета представлен на рисунке 4.

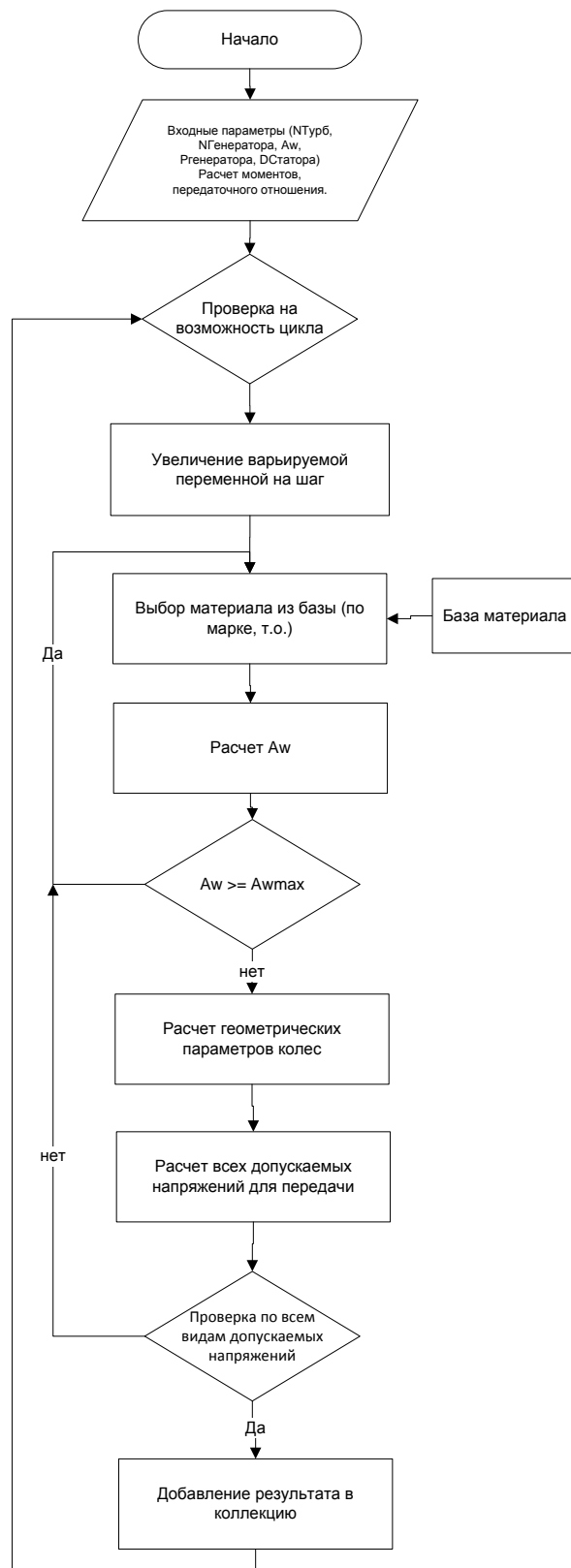


Рисунок 4 – Алгоритм работы программы

Входными параметрами при проектировании являются:

1. Мощность генератора (задается пользователем).
2. Частота вращения турбины (выходные данные из модуля по расчету турбины).
3. Максимальный диаметр генератора (задается пользователем).
4. Материал и термообработка (задается пользователем из БД).

Для формирования коллекции передач, которые можно использовать при оптимизации и конструировании в алгоритм введены циклы перебора наиболее существенных параметров с дискретным шагом. Выбор типа цикла назначает пользователь в соответствии со спецификой решаемой задачи.

Передачи, не обеспечивающие работоспособность по любому из критериев отбрасываются, а работоспособные передачи помещаются в коллекцию передач и экспортируются в таблицы Excel (Рисунок 5).

Для экспорта в таблицы Excel используются COM технологии, которые позволяют в процессе работы приложения добавлять результаты в виде дополнительных листов Excel, для аналитической и графической обработки результатов, при поиске оптимального решения. Оптимизационная модель проектирования мультипликатора реализована в виде целевой функции, критериальных ограничений алгоритма, но пока не реализована в программном виде.

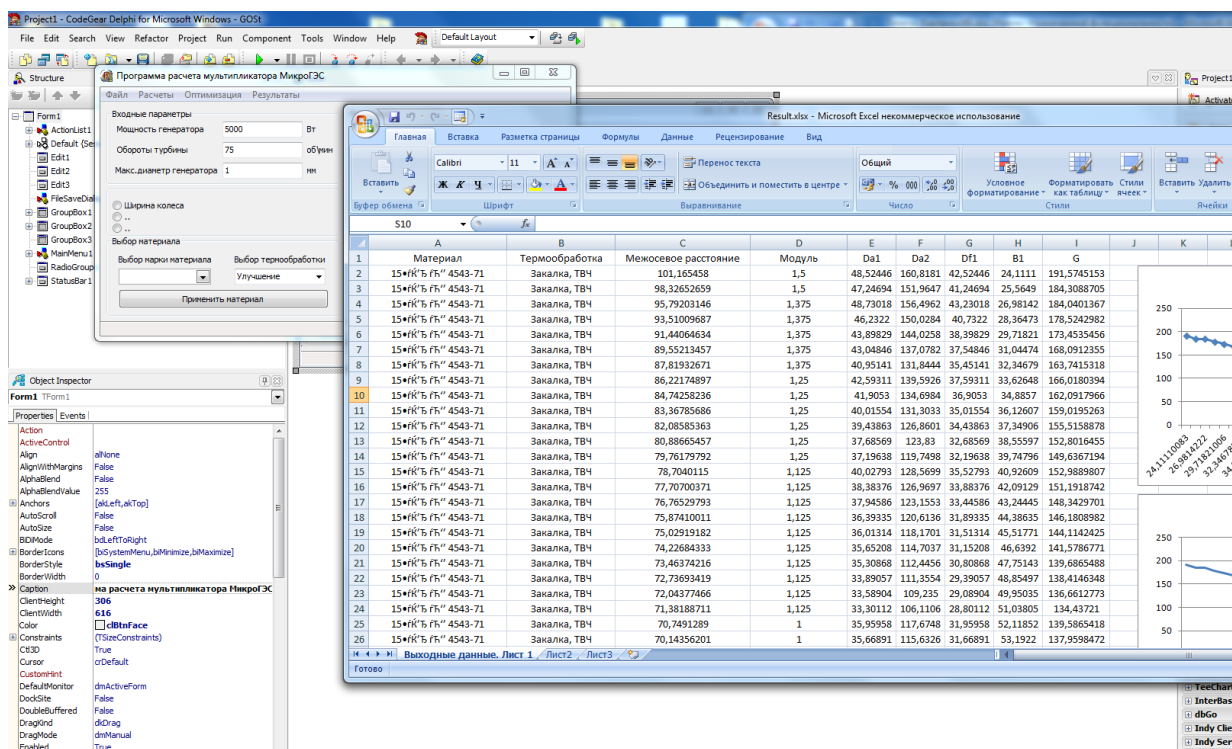


Рисунок 5 - Рабочий интерфейс программы с результатами расчета в Excel

Список используемых источников:

1. Карпенко В.В., Карпенко Е.В. Анализ конструктивных вариантов низкоскоростных торцевых синхронных генераторов для МикроГЭС. // Молодежь и наука: начало XXI века, - Красноярск: СФУ, 2011 г.;
2. Карпенко В.В. Подсистема конструирования статора генератора микроГЭС, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615698 / Карпенко В.В., Карпенко Е.В., Ощепков Е.А., 2011