

Отзыв научного руководителя  
на выпускную квалификационную работу бакалавра

**Бегаля Дмитрия Игоревича**

на тему

**«Моделирование нестационарного нагрева токоведущих систем  
высоковольтных электрических аппаратов»**

К высоковольтным коммутационным аппаратам предъявляются довольно жесткие требования по нагреву их элементов, сформулированные в нормативных документах (ГОСТы, международные стандарты и т.д.). При этом речь идет о нагреве токами различной формы и длительности: номинальные токи, токи термической стойкости, ударные токи короткого замыкания. В процессе разработки нового коммутационного оборудования желательно иметь возможность делать достоверные численные оценки уровней нагрева аппаратов указанными токами, чтобы создаваемый электрический аппарат мог успешно пройти легализационные испытания и получить соответствующие сертификаты. Бакалаврская работа Бегаля Д.И. посвящена решению именно такого рода задач.

В работе можно выделить две части. В первой проводится всестороннее исследование возможности определения нагрева температуры контактных площадок токоведущих систем высоковольтных аппаратов по методу Хольма-Кольрауша. Этот метод позволяет сделать косвенную оценку нагрева контактных пятен по измеренному контактному напряжению при стационарном нагреве. Заметим, что прямые методы измерения температуры контактных пятен принципиально невозможны.

При рассмотрении стационарного нагрева в работе получены новые данные о влиянии несимметрии контактов и несимметрии тепловых нагрузок на точность определения температуры контактных пятен по методу Хольма-Кольрауша. Также выполнено исследование возможности применимости данного метода при импульсном нагреве проводников, содержащих контакты. Построены зависимости погрешности метода от длительности импульса тока. Полученные результаты имеют как научный интерес (показывают возможность расширения метода Хольма-Кольрауша на случай импульсных токов), так и практическое значение (дают возможность делать оценки температуры контактных пятен с требуемой для практики степенью точности).

Вторая часть посвящена моделированию импульсного нагрева сложных трехмерных объектов – составных частей коммутационных модулей. Показано, какие упрощения можно сделать при формулировке трехмерных расчетных задач. В частности, показано, в каких случаях можно заменить моделирование реального токопрохождения через контактные пятна электродов заданием эквивалентного тепловыделения что существенно

упрощает конечноэлементную модель. Обсуждается также вопрос нагрева изоляционных материалов в процессе прохождения тока и после его окончания. Делаются практически значимые оценки.

Работа Бегаля Д.И. выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне. Поставленные задачи решены, получены достоверные результаты. Считаю, что данная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров, и может быть представлена к защите.

Доцент кафедры Радиофизики \_\_\_\_\_



/Павлейно М.А./