**Соглашение о предоставлении субсидии № 14.577.21.0120 от 20 октября 2014 г. Тема проекта: Разработка экспериментального образца обратимой электрической машины возвратно-поступательного действия мощностью 10-20 кВт для тяжелых условий эксплуатации.**

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 20.10.2014 № 14.577.21.0120 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 4 «Экспериментальные исследования и доработка экспериментального образца электрической машины возвратно-поступательного действия» в период с 01.01.2016 по 30.06.2016 выполнялись следующие работы:

1) Проведены экспериментальные исследования экспериментального образца электрической машины возвратно-поступательного действия, в том числе определена генерируемая мощность, определено создаваемое усилие на трансляторе, определен КПД в генераторном режиме, определен КПД в двигательном режиме, проведены температурные испытания. В результате экспериментальных исследований экспериментальный образец электрической машины возвратно-поступательного действия выдержал испытания по всем пунктам Программы и методик ПИБМ.652523.000 за исключением пункта 4.3.3 «Проверка КПД ЭМВПД в генераторном режиме», по п. 4.3.5 «Проверка температурных параметров ЭМВПД» был отмечен разброс значений температуры активной стали статора в зависимости от точки измерения.

Кроме того, в процессе экспериментальных исследований был выявлен ряд недостатков конструкции электрической машины: недостаточная жесткость транслятора и системы его перемещения; повышенный износ и шум линейных направляющих; неравномерность воздушного зазора между статором и транслятором и сложность сборки транслятора, связанные с технологическими отклонениями в конструкции деталей, что стало свидетельством необходимости корректировки конструкции экспериментального образца ЭМВПД, и переопределения по скорректированной математической модели номинального режима работы машины.

2) Проведен анализ адекватности разработанных математических моделей на основе экспериментальных исследований. Математическая модель обеспечивает точность совпадения результатов математического моделирования и исследовательских испытаний с погрешностью не более 8%.

3) Выполнена корректировка математической модели электрической машины с целью расширения функциональных возможностей и повышения точности вычислений разработанной конечно-элементной модели. Скорректированная математическая модель дополнительно позволяет учитывать неравномерность воздушных зазоров между индуктором и сердечниками статора (как в продольном, так и в поперечном направлениях), обладает большим быстродействием за счет усовершенствования алгоритма расчета электромеханического переходного процесса и позволяет проводить расчет с учетом отклонения скорости перемещения индуктора от заданного закона.

4) Выполнена корректировка трехмерной компьютерной модели экспериментального образца электрической машины возвратно-поступательного действия. В ходе проведения экспериментальных исследований экспериментального образца электрической машины возвратно-поступательного действия, был выявлен ряд недостатков разработанной конструкции электрической машины, поэтому было необходимо осуществить корректировку ранее разработанной трехмерной компьютерной модели ЭМВПД, чтобы в дальнейшем на её основе произвести корректировки эскизной конструкторской документации.

5) Выполнена корректировка эскизной конструкторской документации на изготовление экспериментального образца электрической машины возвратно-поступательного действия по результатам экспериментальных исследований. В ходе проведения экспериментальных исследований экспериментального образца ЭМВПД, был выявлен ряд недостатков разработанной конструкции электрической машины. Для устранения этих недостатков была разработана новая скорректированная ЭКД на перечисленные далее элементы электрической машины. Конструкция корпуса электрической машины была изменена с целью упрощения сборки, увеличения жесткости конструкции, обеспечения возможности регулировки воздушного зазора между статором и транслятором. Конструкция системы перемещения транслятора электрической машины была изменена с целью повышения её надежности и упрощения её сборки и настройки. Конструкция транслятора электрической машины была изменена с целью упрощения его сборки и увеличения жесткости конструкции. Конструкция охладителя электрической машины была изменена в связи с изменением корпуса электрической машины, а также с целью увеличения тепловой мощности охладителей и улучшения равномерности охлаждения статора электрической машины. Принятые корректировки конструкции электрической машины направлены на увеличение её эффективности, надежности и ремонтопригодности. Изменения конструкции элементов ЭМВПД привели к изменениям габаритных и присоединительных размеров машины. При этом остались неизменными базовые параметры машины: полюсное и зубцовое деления, количество полюсов и зубцов, воздушный зазор, схема обмотки.

6) Выполнена корректировка программного обеспечения системы управления экспериментальным образцом электрической машины возвратно-поступательного действия по результатам экспериментальных исследований. Внесенные изменения ПО предназначены для увеличение точности позиционирования транслятора, исключение влияния эффекта “дребезга контактов” на определение местоположения транслятора, возможность подключения термометров сопротивления различных типов к СУ ЭМВПД. Выполненные изменения ПО улучшают эксплуатационные свойства, снижают риск возникновения ошибок и обеспечивают совместимость доработанных ПО и ЭМВПД.

7) Изготовлен экспериментальный образец электрической машины возвратно-поступательного действия, доработанный по результатам экспериментальных исследований. В состав экспериментального образца электрической машины вошли: корпус, статор (выполняется по исходной ЭКД), регулятор, опоры подшипников, транслятор, объединитель, цилиндрические линейные направляющие и линейные шарикоподшипники, охладители, кронштейн датчика положения.

8) Принято участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию результатов ПНИ. За счет внебюджетных средств, привлеченных Индустриальным партнером, были подготовлены материалы для участия в Международной научно-практической конференции «Новая наука: теоретический и практический взгляд», проходившей в г. Нижний Новгород 14 мая 2016 г. В докладе «Аналитическая модель электрической машины возвратно-поступательного действия» шла речь об аналитических математических моделях, предназначенных для проектирования и анализа работы линейной электрической машины возвратно-поступательного действия, различных уровней. Подготовлен доклад «Размерные соотношения для эскизного проектирования линейного генератора», посвященный вопросу выбора основных размеров линейной электрической машины, для участия в XVI Международной конференции «Электромеханика, электротехнологии, электротехнические материалы и компоненты» (МКЭЭЭ-2016), которая состоится в г. Алушта в период с 19 по 24 сентября 2016 г.

При этом были получены следующие научно-технические результаты:

1. Промежуточный отчет о ПНИ по этапу 4.

2. Протоколы экспериментальных исследований.

3. Скорректированная эскизная конструкторская документация на экспериментальный образец электрической машины возвратно-поступательного действия.

4. Скорректированная программная документация на систему управления экспериментальным образцом электрической машины возвратно-поступательного действия.

5. Доработанный экспериментальный образец электрической машины возвратно-поступательного действия.

Работа выполнена в полном объеме в соответствии с утвержденным техническим заданием и планом-графиком соглашения № 14.516.11.0120 от 20 октября 2014 г. о предоставлении субсидии при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Дальнейшее продолжение работы считается целесообразным.