Текущее состояние работ по разработке, изготовлению и поставке оборудования системы электропитания ИТЭР [[1]](#footnote-1)\*)

Еникеев Р.Ш., Манзук М.В., Сапожников К.С., Серебров Р.А., Алексеев Д.И., Губанова Н.А.

АО НИИЭФА, г. Санкт-Петербург, Россия, [enikeev@sintez.niiefa.spb.su](mailto:enikeev@sintez.niiefa.spb.su)

Одним из важнейших направлений деятельности АО «НИИЭФА» является выполнение работ по пакету межправительственных соглашений о поставках высокотехнологичной продукции в обеспечение натурального вклада Российской Федерации в проект ИТЭР в части разработки, исследования, изготовления и поставки оборудования систем электропитания сверхпроводниковых катушек магнитной системы, включая коммутационную аппаратуру, сильноточные и высоковольтные шинопроводы, энергопоглощающие резисторы, системы управления и диагностики, а также цифровые комплексы для измерения токов и напряжений.

Наиболее ответственной частью соглашения о поставке является уникальная коммутационная аппаратура, обеспечивающая как оперативные переключения токов, необходимые для создания вихревого электрического поля, инициирующего плазменный разряд, так и быстрый вывод энергии, запасенной в сверхпроводниковых катушках, в случае перехода сверхпроводника в резистивное состояние. АО «НИИЭФА» должно изготовить и поставить в ИТЭР в общей сложности более 200 коммутационных аппаратов различных типов, включая аппараты, использующие для переключения энергию сжатого газа и индукционно-динамический привод, аппараты, использующие энергию детонации взрывчатых веществ, а также коммутационные устройства на основе различных полупроводниковых ключей.

Кроме того, в объем поставки входит 5.3 километра сильноточных алюминиевых шинопроводов, общим весом свыше 900 тонн вместе с опорными конструкциями и компенсаторами тепловых расширений, энергопоглощающие резисторы суммарным весом 1336 тонн, а также свыше 50 километров низкоиндуктивных коаксиальных кабелей. Изготовление подавляющей части оборудования в рамках соглашения о поставке ведется силами опытного завода АО «НИИЭФА».

В период с 2014 по 2020 гг. АО «НИИЭФА» успешно провело защиты рабочих проектов по всем компонентам систем электропитания, кроме оборудования, важного для обеспечения радиационной безопасности ИТЭР, что позволило перейти к стадии изготовления и успешно выполнять обязательства Российской Федерации по поставке оборудования для монтажа на площадку сооружения ИТЭР. Первая отгрузка оборудования состоялась в конце 2015 года.

По состоянию на конец 2022 года, АО «НИИЭФА» отправило в ИТЭР, в общей сложности, 182 трейлера с оборудованием систем электропитания суммарным весом 1812 тонн, в том числе 49 трейлеров в 2022 г. Это позволило завершить работы по монтажу всего оборудования в зданиях AC/DC преобразователей, смонтировать шинопроводы в здании диагностики на уровне B2, включая шины, проходящие через разделительный барьер со зданием токамака. Кроме того, АО «НИИЭФА» поставило значительную часть коммутационного оборудования для уровня B2 здания диагностики, монтаж которого начнется в ближайшее время.

Вместе с тем, специалистами АО «НИИЭФА» ведется активная работа по проведению квалификационных испытаний оборудования системы электропитания катушек тороидального поля (важного для обеспечения радиационной безопасности ИТЭР) в части устойчивости к воздействиям постоянного магнитного поля, экстремальных значений факторов окружающей среды и ускорений, возникающих при землетрясениях.

Опыт, полученный коллективом АО «НИИЭФА» в процессе разработки оборудования, проведения многофакторных испытаний, подготовки и организации производства представляет интерес и может быть полезен сотрудникам других предприятий, работающим по направлению проектирования и изготовления оборудования для ИТЭР.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/E/en/IC-Enikeev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)