

Прототип гиротронного комплекса для ИТЭР

Создан и испытан *Прототип гиротронного комплекса для ИТЭР*, включающей СВЧ генератор - гиротрон (с параметрами - частота 170 ГГц, мощность 1 МВт, длительность импульса 1000 сек, КПД 55%), сверхпроводящий магнит, вспомогательные магниты, источники питания, систему охлаждения, систему управления и вспомогательные системы. Успешные испытания комиссией Международной организации ИТЭР открыли путь серийному производству российских гиротронов для термоядерного реактора ИТЭР.

Авторы:

От ИПФ РАН: Г.Г.Денисов, А.Г.Еремеев, А.Г.Литвак, В.И.Малыгин, Е.В.Соколов, Усов В.Г., А.В.Чирков.

Совместно с организациями:

ЧУ «Проектный центр ИТЭР», Москва; ЗАО НПП «ГИКОМ», Нижний Новгород; КЯТК, НИЦ «Курчатовский институт, Москва; ЗАО РТСофт, Москва.

Аннотация

Гиротроны для установок УТС работают на частотах 50-170 ГГц, требуемая мощность обычно порядка 1 МВт, длительность импульса от единиц секунд до непрерывного режима. Для обеспечения таких характеристик приборы работают на очень высоких рабочих модах (азимутальный и радиальный индексы составляют несколько десятков), выходные окна сделаны из искусственных алмазных дисков, используются высокоэффективные коллекторы с рекуперацией энергии электронов. Гиротроны работают в безжидкостных сверхпроводящих магнитах. В установке ИТЭР будут использоваться 24 мегаваттных гиротронных комплекса с частотой 170 ГГц и мощностью 1 МВт каждый. Рабочая мода в резонаторе прибора TE_{25,10}, структура выходного излучения – гауссов волновой пучок. Гиротроны для ИТЭР разрабатываются несколькими кооперациями. К настоящему времени лишь две «домашних команды ИТЭР» продемонстрировали соответствующие выходные параметры (Таблица 1).

Разработка гиротронов для ИТЭР и гиротронного комплекса потребовала решения целого ряда научных и инженерных задач. В настоящее время основным направлением в разработке этих комплексов является повышение из надежности – времени жизни и надежности генерации излучения, а также сопряжение комплексов с общей системой управления ИТЭР.

Таблица 1. Гиротроны для ИТЭР

Основные достижения Мощность/кпд/ длительность импульса	Кооперация
1 MW / 55 % / 800 сек. и 0.8 MW / 57 % / 3600 сек	JAEA/Toshiba, Japan
1 MW / 53 % / 1000 сек. и 1.2 MW / 53 % / 100 сек.	ИПФРАН/ЗАО НПП ГИКОМ, Россия

В 2015 году на испытательном стенде ИПФ/ГИКОМ в присутствии представителей Международной организации ИТЭР были продемонстрированы требуемые параметры гиротронного комплекса ИТЭР (см., например, сайт Российского агентства ИТЭР [4]).

1. A.V.Krasilnikov, I.M.Abdyhanov, E.V.Aleksandrov, et al .

Progress with the ITER Project activity in Russia.

Nuclear Fusion, 2015, 55, #10, 104007 (11pp)

2. Денисов Г.Г. Гиро-приборы. Недавние достижения и тенденции в разработке

Том 1. Электроника и микроэлектроника СВЧ. Сборник статей IV Всероссийской конференции.

СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015, С. 352. Стр. 40-44

3. G. G.Denisov, A.G.Litvak, A.V.Chirkov, et al.

Development Status of Gyrotron Setup for ITER ECW System. Proceedings of IRMMW THz Conference, Hong Kong, August, 2015.

4. <http://www.iterrf.ru/>