

КОНФЕРЕНЦИЯ FES-2023: ИНЖЕНЕРНЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ УТС ^{*)}

Лебедев С.В.

*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,
Sergei.Lebedev@mail.ioffe.ru*

В октябре 2023 г. в Лондоне состоялась 29-ая конференция МАГАТЭ FES-2023. На конференции докладывались результаты исследований, полученные в течение последних двух лет по наиболее актуальным вопросам термоядерного синтеза.

Результаты DT кампании на крупнейшем действующем токамаке JET (EUROfusion) были представлены Др. К. Магги. В экспериментах получена рекордная термоядерная энергия – 59 МДж в течение 5 с в обогащенной тритием плазме (отношение nT/nD составило 85/15). В докладе обоснован выбор изотопного отношения для получения рекордных результатов.

На смену JET пришел токамак JT-60SA, построенный в рамках Европейско-Японского сотрудничества. Плюсы JT-60SA: размеры, большие чем у JET, сверхпроводящая магнитная система, допускающая длинные разряды. Минусы: $BT = 2,25$ Тл почти вдвое ниже, чем у JET, невозможна работа с тритием, что сужает возможности экспериментов. При тестировании выявлены дефекты магнитной системы, устранение которых задержало запуск на 2,5 года.

Состояние работ по сооружению реактора ИТЭР было доложено его директором П. Барабаски. В настоящее время завершено 80% работ, необходимых для запуска установки. Запуск значительно задерживается в связи с эпидемией Covid-19, ошибками, допущенными при изготовлении вакуумной камеры, выявленной необходимостью испытаний сверхпроводниковых магнитных катушек. Представлены пути минимизации задержек.

Др. Дж. Федеричи представил анализ влияния увеличения магнитного поля на размеры реактора E-DEMO. Показано, что увеличение BT не приводит к уменьшению размеров установки из-за увеличения размеров силовых конструкций. Обсуждены перспективы применения конфигураций с малым аспектным отношением. В связи с задержкой ИТЭРа возникли опасения, что предполагавшееся лицензирование материалов blankets реактора DEMO не будет проведено своевременно. EUROfusion считает необходимым сооружение объемного источника нейтронов (VNS) для проведения лицензирования.

Наиболее амбициозным проектом, представленным на конференции, явился проект токамака SPARC на основе высокотемпературного сверхпроводника с $BT = 12,2$ Тл, в котором планируется достигнуть $Q > 1$. Частная компания CFS совместно с Массачусетским технологическим институтом намерены запустить токамак в 2025 г., а в 30-е годы построить коммерческий реактор ARC, производящий 400 МВт электрической мощности.

Следует отметить достижение квазистационарных разрядов с полным замещением тока в течение 1000 с и с 400-секундным H-режимом на китайском токамаке EAST, а также с 400-секундным разрядом с улучшенным удержанием на корейском токамаке KSTAR. Большой интерес аудитории вызвали результаты, полученные на сферических токамаках Глобус-M2 (Г.С. Курскиев, РФ) и ST40 (St. McNamara, UK), в которых была продемонстрирована возможность достижения субтермоядерных температур в компактных установках.

Др. А. Пак представил доклад о достижении “физического” зажигания на установке National Ignition Facility (Ливерморская национальная лаборатория.). В лучшем эксперименте была получена термоядерная энергия 3,88 МДж при вложенной энергии лазера 2,04 МДж.

На конференции четко обнаружились две тенденции в прогрессе термоядерных исследований. Первая из них – «взрывное» увеличение числа частных компаний, предлагающих ускоренный путь к созданию маломощных энергетических реакторов или участвующих в решении отдельных технических вопросов УТС. Вторая тенденция – значительный рост качества новых экспериментальных результатов и объема термоядерных исследований в азиатских странах и, в первую очередь, в Китае, а также в Японии и Корее.

Участие автора в конференции FES-2023 финансировалось из средств ФП №3 КП РТТН.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)