

DOI: 10.34854/ICPAF.52.2025.1.1.262

МЕХАНИЧЕСКИЕ СТАТИЧЕСКИЕ И ЦИКЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СБОРКИ ГИБКОЙ ОПОРЫ БЛАНКЕТА ИТЭР

²Лебедева М.С., ²Козлов С.А., ²Поддубный И.И., ²Свириденко М.Н., ²Хомяков С.Э.,
²Паршутин Е.В., ²Апальков А.А., ²Усов С.М., ²Тимофеев С.В., ¹Путрик А.Б.

¹Частное учреждение «ИТЭР-Центр», Москва, Россия

²АО «НИКИЭТ», Москва, Россия

В состав поставочных комплектов внутрикамерных компонентов системы бланкета термоядерного реактора ИТЭР входят сборки гибких опор (ГО), обеспечивающие механическое крепление модулей бланкета (МБ) на стенке вакуумной камеры (ВК) реактора, компенсацию термических деформаций модулей и погрешностей изготовления ВК. В процессе эксплуатации ГО воспринимает механические циклические нагрузки, действующие на МБ, а также обеспечивает электрическую изоляцию МБ от ВК. В состав сборки ГО входят: гибкий картридж, центральный болт, шайба коническая, шайба сферическая, гайка конусная, втулка конусная и сборка крышки, обеспечивающая позиционирование центрального болта в парковочном положении.

Специалистами АО «НИКИЭТ» проведены статические и циклические испытания модернизированной конструкции сборки ГО как при проектных, так и предельных нагрузках для подтверждения работоспособности элементов сборки. Механические испытания проводились с использованием сервогидравлической испытательной машины Instron 8806.

Механические статические испытания проводились в два этапа:

- на первом этапе оценивалась устойчивость картриджа ГО при совместном воздействии осевого усилия сжатия 1000 кН и поперечного смещения 3 мм, учитывая при этом коэффициенты запаса по силе и по смещению, равные 2;
- на втором этапе определялась предельная нагрузка, при которой происходит потеря несущей способности картриджа ГО.

По результатам статических испытаний, разработанная конструкция картриджа ГО обеспечила работоспособность при осевом усилии 1000 кН, при этом предельная нагрузка, при которой происходит потеря устойчивости, составила 1544,4 кН, что соответствует минимальному коэффициенту запаса 2,57.

Целью механических циклических испытаний элементов ГО являлось исследование циклической прочности элементов узла ГО при одновременном воздействии комбинации сжимающей/растягивающей силы ± 700 кН (с учетом коэффициента запаса, равного 1,4), знакопеременного поперечного смещения ± 3 мм и наклона верхнего фланца картриджа относительно вертикальной оси $\pm 2,8$ мрад в течение 2000 циклов (с учетом коэффициента запаса, равного 5).

По результатам циклических испытаний конструкция картриджа ГО прошла 2000 циклов без разрушений, обеспечивая коэффициент запаса по количеству циклов, равный 5.

Проведенные испытания подтвердили работоспособность разработанной конструкции сборки ГО в условиях нагружения, характерных для работы бланкета ИТЭР, что позволило МО ИТЭР утвердить разработанную конструкцию в качестве базовой, а также специалистам АО «НИКИЭТ» приступить к подготовке технической документации для последующего опытного изготовления поставочных комплектов.

Работа выполнена в рамках договора №76-21до от 16 июня 2021 г между «ИТЭР-Центр» (Заказчик) и АО «НИКИЭТ» (Исполнитель), государственные контракты с ГК «Росатом» от 11.05.2021 г. № Н.4а.241.19.21.1038, от 14.02.2022 г. № Н.4а.241.19.22.1123 и от 18.01.2023 г. № Н.4а.241.19.23.1014.