

گداخت هسته‌ای کنترل شده

(توکامک)

مهندس وطنی



انتشارات فروزش



- سرشناسه : وطنی، مهسا، ۱۳۶۸ -
- عنوان و نام پدیدآور : گداخت هسته‌ای کنترل شده (توکامک) / مولف مهسا وطنی .
- مشخصات نشر : تبریز : فروزش، ۱۳۹۶ .
- مشخصات ظاهری : ۱۴۲ ص: مصور .
- شابک : 978-964-547-721-7
- وضعیت فهرست نویسی : فیبا
- یادداشت : کتابنامه .
- موضوع : توکامک
- موضوع : Tokamaks
- موضوع : سامانه‌های کنترل بازخورد
- موضوع : Feedback control systems
- موضوع : الی‌الکترومغناطیسی
- موضوع : Electromagnetic induction
- رده بندی کنگره : TK۹۲۴/۶۴۳۹۶
- رده بندی دیویی : ۶۲۱.۳۸۴
- شماره کتابشناسی ملی : ۴۷۱۶۶۹۴

■ نام کتاب: گداخت هسته‌ای کنترل شده (توکامک)

■ تألیف: مهسا وطنی

■ ناشر: انتشارات فروزش

■ حروفچینی: واحد کامپیوتر انتشارات فروزش

■ تیراژ: ۱۰۰۰

■ نوبت چاپ: اول ۱۳۹۶

■ صحافی: فروزش

■ قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

■ قطع: وزیری

ISBN: 978- 964-547-721-7

■ شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۵۴۷-۷۲۱-۷

مراکز بخش و فروش

■ دفتر و فروشگاه مرکزی: تبریز- خیابان امام خمینی، نرسیده به چهارراه آبرسان، ساختمان تشریفات

■ تلفن: ۳۳۳۶۵۲۵ (۰۴۱) فاکس: ۳۳۳۵۷۰۶۱ (۰۴۱)

■ دفتر بخش تهران: ۶۶۴۶۱۴۶۰ (۰۲۱) فروشگاه اینترنتی: www.forouzesheh.com

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	مقدمه
فصل اول: هجشی مغناطیسی و مفهوم توکامک	
۱۲	سوق ذرات
۱۵	تعادل در توکامک
۱۵	مشکل اساسی تعادل در چنبره
۱۸	پایداری در توکامک
۲۰	معادلات حالت تک سیالی (MHD)
۲۱	ضریب ایمنی (q)
۲۳	بتا (β)
۲۶	توابع شاری
۲۸	نسبت ظاهری بزرگ

فصل دوم: معادله گراد-شا فرانوف (GS)

۳۵	چرخش چنبره‌ای در پلاسمای توکامک
۳۵	میدان خطاها و تاثیرشان روی چرخش پلاسمای توکامک

۳۷	.....	دینامیک حاصل از برخورد پلاسما به لبه توکامک
۳۸	.....	پلاسمای توکامک
۴۱	.....	چارچوب نظری نیروی گریز از مرکز
۴۲	.....	اثر نیروی گریز از مرکز بر تعادل
۴۸	.....	توصیف سیستم
۴۹	.....	نتایج خطی
۵۱	.....	نتایج غیر خطی
۵۳	.....	نتیجه گیری
۵۵	.....	جریان های یکنواخت چنبره ای و قطبی در پلاسمای توکامک
۵۹	.....	تعادل توکامک با جریان های چنبره ای و قطبی
۶۰	.....	نتایج به دست آمده جریان برای تعادل با جریان چنبره ای
۶۴	.....	جریان های ناشی از گسیختگی
۶۵	.....	میزان فروپاشی جریان پلاسما
۶۶	.....	حداکثر نیروی جانبی پتانسیل برای فروپاشی جریان
۶۷	.....	نیروهای الکترومغناطیسی در حین گسیختگی
۶۸	.....	جریان هاله ای
۷۱	.....	نیروهای عمودی فعال در ظرف خلاء
۷۴	.....	تعیین نیروها در حین گسیختگی پلاسما

۷۵	مدل نیروهای مغناطیسی اتاقک
۷۷	اثرات مکانیکی (VDE) رویدادهای جابجایی متقارن قائم
۷۹	خلاء در اتاقک و پاسخ مکانیکی آن
۸۲	تجزیه و تحلیل مکانیکی اصول دینامیکی حاکم بر اتاقک
۸۳	آنالیز استاتیک
	حداکثر احتمال برآورد نیرو و پارامترهای حالت (روش مبتنی بر مدل نیروی بازسازی)
۸۵	
۸۷	آنالیز دینامیکی
۸۸	نتیجه‌گیری
۸۸	حالت پایداری عمود در توکل، با میدان آشفته غیر متقارن منطقه‌ای
۹۶	میکرو ناپایداری‌ها
۹۹	ناپایداری کینک

فصل سوم: میدان‌های مغناطیسی توکامک

۱۰۹	حل معادله گراد-شافرانوف-سطوح شاری میدان مغناطیسی
۱۱۴	میدان الکتریکی شعاعی
۱۱۵	نیروی تعادل شعاعی
۱۱۷	مدهای دینامیک به دام افتادگی در حضور میدان آشفته
۱۲۰	جابجایی عمودی و شعاعی در توکامک (تعیین نیروی شعاعی توکامک)
۱۲۳	شبیه‌سازی نیروهای مغناطیسی در حین جابجایی عمودی غیر متقارن در JET

نمونه‌ای از مدل تحلیلی نیروهای مغناطیسی در حین رویدادهای جابجایی غیرمقارن

قائم (AVDE) در اتاقک ۱۲۵

مشاهدات تجربی ۱۲۹

نتیجه‌گیری ۱۳۳

پیشنهادهای ۱۳۶

منابع و مأخذ ۱۳۷

منابع اشکال ۱۴۱

www.ketab.ir

گسیختگی در پلاسما می تواند باعث بروز مشکلی بزرگ در ساختار مکانیکی توکامک ها باشد. اطلاعات به دست آمده از رابطه پیچیده بین رفتار پلاسما و تنش های مکانیکی و گونه های اعمال شده در ساختار می تواند به عملکرد بهتر دستگاه ها کمک کند که محدود به یک منطقه یا فضای عامل است و در آن محدوده تمامیت ساختار قابل قبول است. این اطلاعات می تواند برای طراحی مکانیکی راکتور جت مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، این ساختار می تواند تا اندازه ای فضا را برای عملکرد بهتر پارامترها مهیا کند. در این بحث می خواهیم ویژگی های ساختاری و نیروهای مغناطیسی $F = I \times B$ را تعیین کنیم. کار ما در حال حاضر به پایداری پلاسما مربوط می شود که با رسیدن جایجایی عمودی (VDE) شناخته می شود. از ویژگی های راکتورهای با کارایی بالا و ادای پلاسما این است که ذاتاً ناپایدارند. پلاسما در ابتدا در موقعیت تعادل است که طی آن مرحله نیروی عمودی بر اتاقک به علت برهم کنش بین پلاسما و سیم پیچ های منعکس کننده اعمال می شود. در پلاسما جریان های القایی چنبره ای به سرعت و به صورت پادار و متقارن تولید می شود. در این مرحله جریان پلاسما هنوز هم بزرگ است. به توجه به جریان های قطبی که به تنهایی مدار هیبریدی را از پلاسما به اتاقک طی می کنند، گسیختگی پلاسما در نهایت رخ می دهد و باعث فرو نشاندن جریان می شود و منجر به جریان القایی چنبره ای جریان پلاسما در کل اتاقک می شود. در توکامک JET، نسبت بین فروپاشی آنی و خطی بستگی به نوع گسیختگی دارد. گسیختگی هایی که نسبتاً بزرگ

تر هستند از رویدادهای چند فازي جدا می‌شوند. موانع داخلی انتقال فرو می‌ریزند و باعث VDE ها و مدهایی با چگالی کم می‌شوند که در بیشتر مواقع نسبتاً بزرگ هستند. رویدادهای گسیختگی نامتقارن عمودی (AVDE) می‌توانند موجب نیروهای جانبی بزرگ شوند، نیروهایی که می‌توانند باعث آسیب مکانیکی قابل توجهی به توکامک‌ها شوند. در این بحث ما مدل ساده‌ای را در نظر می‌گیریم که اجازه می‌دهد تا نیروهای جانبی تولید شده در طول یک چنین گسیختگی تخمین زده شوند. این مدل نشان می‌دهد که در طول این گسیختگی‌ها حداکثر مقیاس‌های جابجایی جانبی با تولید جریان پلاسما میدان چنبره‌ای به وجود می‌آیند. گسیختگی‌های پلاسما و رویدادهای جابجایی عمودی می‌تواند برای دستگاه‌های در حال حاضر و آینده و آزمایشات هم جوشی هستند. عدم تعادل می‌تواند عوارض خطرناک حرارتی را تشدید کند و گسیختگی الکترومکانیکی را به وجود آورد. اتاقک خلاء در JET به طور قابل توجهی در پاسخ به نیروهای افقی خلاء تولید شده در طی جابجایی عمودی نامتقارن حرکت می‌کند. پلاسما تحت تاثیر پدیده نیرو در جهت شعاع بزرگ است که باید به صورت دینامیکی توسط نیروی لورنتز با توجه داشتن پایداری پلاسما در جهت افقی به تعادل برسد. بنابراین برای محصورسازی پلاسما این نیروها باید خنثی شوند. جریان‌های چنبره‌ای اثر مهمی از نظر کمیتی دارند و شدت جریان می‌تواند به اندازه کافی بزرگ باشد و توسط نیروی گریز از مرکز خواص تعادل را تغییر دهد.