



روشهای مدرن تولید انرژی الکتریکی به روش

شکافت هسته‌ای

مؤلفین

مهندس فرشاد عسگری

مهندس امین نصیریان

(مدرس گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان)

سرشناسه	: عسگری، فرشاد، ۱۳۷۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: روش‌های مدرن تولید انرژی هسته‌ای به روش شکافت هسته‌ای/مؤلفین فرشاد عسگری، امین نصیریان.
مشخصات نشر	: تهران: سپا دانش، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۵۲ص.
شابک	: 978-600-181-156-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: رآکتورهای هسته‌ای
موضوع	: Nuclear reactors
موضوع	: انرژی اتمی
موضوع	: Nuclear energy
شناسه افزوده	: نصیریان، امین، ۱۳۵۶ -
رده بندی کنگره	: ۴TK ۱۳۹۵۹۲۰۲/ع۹
رده بندی دیویی	: ۴۸۳/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۳۷۹۸۶

این اثر مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند مورد پیگیری قانونی قرار خواهد گرفت.

تلفن و فکس: ۳-۶۶۵۶۹۸۸۱

همراه: ۰۹۱۲۱۲۶۱۴۱۹



مرکز پخش: میدان انقلاب - اول کارگر جنوبی - کوچه رشتچی - روبه روی دانشگاه علمی کاربردی - پلاک ۹

عنوان کتاب روش‌های مدرن تولید انرژی الکتریکی به روش شکافت هسته‌ای
مؤلف: فرشاد عسگری، امین نصیریان
ناشر: سپادانش
سال چاپ: ۱۳۹۵
نوبت چاپ: اول
تیراژ: ۱۱۰۰ جلد
قیمت: ۱۵۰.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-181-156-2

شابک: ۲-۱۵۶-۱۸۱-۶۰۰-۹۷۸

فروشگاه شماره ۱: میدان انقلاب-بازار بزرگ کتاب- طبقه زیرین- پلاک ۲- کتابفروشی سخنکده

ارسال انواع کتاب به تمام نقاط ایران - تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۰۸۰۰۰ (خط) www.ajansketab.com

فروشگاه شماره ۲: میدان انقلاب - ضلع جنوب شرقی - پلاک ۹ - کتابفروشی راه اندیشه - تلفن: ۶۶۴۷۰۷۹۸

فروشگاه شماره ۳: میدان انقلاب - بین خیابان اردیبهشت (منیری جاوید) و ۱۲ فروردین - کتابسرای اندیشه - طبقه

همکف واحد ۲ سمت راست - کتابفروشی آکادمی سنجش ۲ - تلفن: ۶۶۴۹۲۶۶۳

فروشگاه اینترنتی: www.sohadanesh.com

فهرست مطالب

۱۵	مقدمه
۹	تاریخچه راکتورهای هسته‌ای
۱۰	عملکرد راکتورهای هسته‌ای
۱۱	سهم برق هسته‌ای کشورهای جهان
۱۲	انرژی هسته‌ای از دیدگاه سازگاری با محیط زیست
۱۵	فصل ۱ اصول فیزیکی شکافت هسته‌ای
۱۶	اتم و هسته
۱۸	ایزوتوپ
۱۸	یکاهای فیزیک هسته‌ای
۲۰	کاستی جرم و انرژی بستگی
۲۱	نیروهای هسته‌ای و ترازهای انرژی
۲۲	واکنشهای هسته‌ای
۲۴	پرتوهای و ایزوتوپ‌های پرتوزا
۲۵	ایزوتوپ‌های پرتوزای طبیعی
۲۶	خواص تابشهای آلفا، بتا و گاما، و برهم کنش آنها با ماده
۲۹	فصل ۲ نوترون و برهم کنش آن با ماده
۲۹	نوترون و چشمه‌های نوترونی
۳۰	برهم کنشهای نوترون با هسته اتم
۳۰	تشکیل هسته مرکب
۳۰	گیراندازی
۳۱	پراکندگی ناکشسان
۳۱	شکافت
۳۴	پراکندگی کشسان و کندشدن نوترون
۳۵	نوترونهای حرارتی
۳۵	توان، توان ویژه، مصرف سوخت و سوختگی در راکتورها
۳۷	فصل ۳ راکتور هسته‌ای و فیزیک نوترونها
۳۸	نوترون و نقش آن در راکتور

۴۰	.....	ضریب تکثیر
۴۲	.....	چرخه نوترون
۴۴	.....	نوترونهاى تند (سريع)
۴۴	.....	نوترونها با انرژی متوسط (اپی ترمال)
۴۴	.....	نشت نوترون
۴۵	.....	توزیع شار نوترون
۴۵	.....	بازتابنده ها
۴۵	.....	منطقه بندى قلب راکتور

فصل ۴ کنترل راکتور

۴۷	.....	اثرهای سیستم کنترل راکتور
۴۸	.....	پارامترهای کوتاه مدت، میان مدت و دراز مدت
۴۹	.....	مواد جذب کننده متداول
۵۰	.....	میله‌های کنترل
۵۱	.....	سم مصرفی یا تحلیل رفتنی
۵۱	.....	سم محلول
۵۱	.....	اثرسیستمهای کنترل بر شکل شار (فلو) نوترونها
۵۳	.....	سمهای محلول و کنترل شکل شار نوترون

فصل ۵ تکنولوژی راکتورهای آب تحت فشار و تجهیزات مربوط به سیستم تولید بخار

۵۵	.....	ساختمان راکتور و پوشش ایمنی
۵۷	.....	قلب راکتور (Reactor core)
۶۰	.....	سیستم اولیه خنک کننده راکتور (Reactor Primare Coolant System)
۶۱	.....	دیگ فشار راکتور (Reactor Pressuer Vessel)
۶۴	.....	چنگک‌های کنترل (Control Rod Drive Mechanism)
۶۶	.....	پمپ های اصلی خنک کننده (Reactor Coolant Pump)
۶۸	.....	مولدهای بخار (Steam Generators)
۷۱	.....	فشارنده (Pressurizer) و سیستم انبساط (Relief system)
۷۳	.....	لوله‌های اصلی مدار اولیه (Primary Piping)
۷۵	.....	عایق بندی تجهیزات مدار اولیه (Thermal Insulation)
۷۵	.....	سیستم های کمکی راکتور (Reactor Auxiliary System)
۷۵	.....	سیستم کنترل حجم و کیفیت شیمیائی آب (RCV)
۷۶	.....	سیستم تغذیه آب و بورون (REA)
۷۷	.....	سیستم خنک کننده راکتور در حالت خاموشی (RRA)
۷۸	.....	سیستم جابجائی و ذخیره سازی سوخت (PMC)
۸۰	.....	سیستمهای ایمنی راکتور (Reactor Safety Systems)

فصل ۶	طبقه بندی سیستمها	۸۱
	سیستم مدار اولیه Reactor Coolant System	۸۱
	اجزا مدار اولیه	۸۱
	پمپ مدار اول Reactor Coolant pump-RCP	۷۶
	تنظیم کننده فشار Pressurizer	۸۵
	سیستم خنک کننده اضطراری Emergency Core Cooling System-ECCS	۸۶
	ویژگیهای سیستم ایمنی	۸۶
فصل ۷	سیستم های کمکی هسته‌ای Nuclear Auxiliary Systems	۸۹
	سیستم کنترل حجم مدار اول	۹۱
	سیستم کنترل شیمیایی اسید بوریک Chemical Control Systems –TB	۹۳
	سیستم تصفیه آب	۹۳
	سیستم گاز زدایی Coolant Degasing System-TC 50	۹۴
	سیستم نگهداری و جداسازی آب مدار اول ..Coolant storage and Treatment system-TD	۹۴
	سیستم برداشت حرارت باقیمانده Residual Heat Removal System –TH	۹۶
	سیستم خنک کننده اجزای هسته‌ای Nuclear Component cooling System –TF	۹۸
	سیستم اسپری در کره فلزی (Containment Spary System-TG)	۹۹
	سیستم اسید بوریک اضافی (Extra Borating System-TW)	۹۹
فصل ۸	سیستمهای اصلی مدار دوم (آب / بخار)	۱۰۱
	سیستم بخار اصلی (Main Steam System-RA)	۱۰۱
	سیستم چگالنده اصلی (Main Condensate System-RM)	۱۰۲
	سیستم تأمین آب برای مولدهای بخار (Feedwater System-RL)	۱۰۳
	سیستم راه اندازی و خاموشی راکتور (Startup and Shutdown System-RR)	۱۰۴
	سیستم اضطراری تأمین آب مولدهای بخار (Emergency Feedwater System-RS)	۱۰۵
	سیستمهای خنک کننده (Cooling Water System-V)	۱۰۵
فصل ۹	انواع نیروگاههای هسته‌ای	۱۰۹
	شناخت راکتورهای قدرت	۱۰۹
	انواع نیروگاههای هسته‌ای	۱۱۱
	نیروگاههای با راکتور آب سبک تحت فشار (PWR)	۱۱۲
	نیروگاههای با راکتور آب سبک جوشان (BWR)	۱۱۸

۱۲۴	نیروگاههای با راکتور آب سنگین تحت فشار (PHWR)
۱۲۷	نیروگاههای با راکتور با خنک کننده گازی دما بالا (HTGR)
۱۳۰	نیروگاههای با راکتور سریع (زاینده)

فصل ۱۰ چرخه سوخت هسته‌ای..... ۱۳۵

۱۳۶	اورانیوم
۱۳۷	مرحله اکتشاف
۱۳۸	مرحله استخراج
۱۴۰	مرحله آماده سازی
۱۴۱	مرحله تبدیل
۱۴۲	غنی سازی
۱۴۶	ساخت میله های سوخت
۱۴۸	مصرف سوخت در نیروگاهها
۱۴۹	انتهای عقبی چرخه سوخت هسته‌ای
۱۵۲	فهرست مراجع

مقدمه :

در دنیای امروز با توجه به رشد مصرف سوخته‌های فسیلی و نیاز بیش از پیش انسان به انرژی برای ادامه حیات، ما را بر آن می‌دارد که به دنبال انرژی جدید دیگری باشیم. از حدود ۵۲ سال پیش (سال ۱۹۵۶ میلادی)، تحقیق و آزمایش بر روی انرژی هسته‌ای در ایران آغاز شده است و ما امروز شاهد پیشرفت این انرژی حیاتی در کشورمان هستیم.

جمهوری اسلامی ایران به عنوان یکی از کشورهای امضاء کننده معاهده منع تکثیر و گسترش سلاح های هسته‌ای، همواره بر حق خود جهت برخورداری از دانش و فناوری هسته‌ای مسالمت آمیز براساس موافقت نامه های جهانی تاکید کرده و استفاده از آن را حق مسلم خود می‌داند. تامین انرژی سالم، ارزان قیمت و مطمئن به عنوان یکی از راههای رشد و شکوفایی اقتصاد هر کشوری، با استفاده از دانش و فناوری هسته‌ای است که در عصر حاضر در کشورهای پیشرفته از آن استفاده می‌شود.

تکنولوژی تولید و بهره‌برداری از سوخت هسته‌ای یکی از پیشرفته ترین فناوری هایی است، که از طیف گسترده ای از علوم و فنون مختلف مانند شیمی هسته‌ای، مهندسی فرآیند، متالوژی مواد، ترمودینامیک و غیره بهره می‌گیرد. یکی از تفاوت‌های اساسی سوخت هسته‌ای با سوخت های فسیلی، لزوم شکافت هسته‌ای در سوخت، برای تولید انرژی می‌باشد.

با شکافت هسته‌ای سوخت، ساختار سوخت به صورت آرام و پیوسته تغییر می‌نماید و علاوه بر تولید انرژی، پاره شکافت رادیواکتیوی بوجود می‌آورد. بدین جهت رعایت مسائل ایمنی برای جلوگیری از پخش پرتوهای رادیو اکتیو به محیط راکتورهای هسته‌ای کاملاً ضروری می‌باشد.

هرگونه نظرات، پیشنهادات و ثناتقادات خود را در خصوص این کتاب به آدرس اینترنتی ipoeee@yahoo.com ارسال نمایید.

مهندس فرشاد عسگری، مهندس امین نصیریان

بهار ۱۳۹۵