

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای سیستم‌های فیلتراسیون هوای ورودی توربین‌های گازی

تالیف

ملیسا ام ویل کاکس، ریچارد بالدوین، اوگوستو گارسیا ارناندس، کلاوس برون

ترجمه

دکتر فریده گلبابائی

مهندس احسان فرورش



شماره مسلسل ۸۷۱۶

شماره انتشار ۳۷۰۴

انتشارات دانشگاه تهران

عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای سیستم‌های فیلتراسیون هوای ورودی توربین‌های گازی / [مولفان ملیسا ام ویل کاکس... [و دیگران]] ؛ مترجمان فریده گلبابائی، احسان فرورش.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ر، ۱۷۳ ص. : مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار (بخشی رنگی).
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۷۰۴.
شابک	: 978-964-03-6913-5
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Guideline for Gas Turbine Inlet Air Filtration Systems.
یادداشت	: [مولفان ملیسا ام ویل کاکس، ریچارد بالدوین، اوگوستو گارسیا ارناندس، کلاوس برون]
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۱۵۱] - ۱۵۵.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: توربین‌های گازی هواگرد
موضوع	: صافی‌های هوا
موضوع	: هوا -- تصفیه -- وسایل و تجهیزات
شناسه افزوده	: ویل کاکس، ملیسا ام، ۱۹۷۲ - م.
شناسه افزوده	: Wilcox, Melissa M.
شناسه افزوده	: فرورش، احسان
شناسه افزوده	: گلبابائی، فریده، ۱۳۳۶ - مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۵ ر ۲ / ۸۷ ت / ۵ / ۷۰۹ TL
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۹/۳۴۳۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۱۳۰۱۲۵

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.

عنوان: راهنمای سیستم‌های فیلتراسیون هوای ورودی توربین‌های گازی

تألیف: ملیسا ام ویل کاکس، ریچارد بالدوین، اوگوستو گارسیا ارناندس، کلاوس برون

ترجمه: دکتر فریده گلبابائی - مهندس احسان فرورش

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۱۴۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

ISBN:978-964-03-6913-5



9 789640 369135

فهرست مطالب

س	مقدمه مؤلف	۱
ش	مقدمه مترجمان	۱
۱	۱- مقدمه	۱
۳	۲- پیشینه موضوع	۳
۴	۲-۱- پیامدهای فیلتراسیون ورودی ضعیف	۴
۵	۲-۱-۱- آسیب در اثر ذرات خارجی	۵
۵	۲-۱-۲- سائیدگی	۵
۷	۲-۱-۳- رسوب (چسبندگی)	۷
۹	۲-۱-۴- بسته شدن مجاری باریک سرمایه‌ش موجود در میان پره‌ها	۹
۹	۲-۱-۵- ترکیب (هم جوشی) ذرات	۹
۱۰	۲-۱-۶- خوردگی	۱۰
۱۲	۲-۲- استفاده از فیلتراسیون	۱۲
۱۵	۳- انتخاب فیلتر	۱۵
۱۵	۳-۱- ویژگی‌های فیلتر	۱۵
۱۵	۳-۱-۱- آلاینده‌های توربین گازی	۱۵
۱۶	۳-۱-۲- عامل‌های فیلتر	۱۶
۱۶	۳-۱-۲-۱- مکانیسم‌های فیلتراسیون	۱۶
۲۰	۳-۲-۱- طبقه‌بندی و راندمان فیلترها	۲۰
۲۴	۳-۲-۱-۳- افت فشار فیلترها	۲۴
۲۷	۳-۲-۱-۴- بارگیری فیلتر	۲۷
۲۹	۳-۲-۱-۵- سرعت در دهانه	۲۹
۲۹	سیستم‌های با سرعت بالا	۲۹
۲۹	سیستم‌های با سرعت پایین	۲۹
۳۰	اهمیت سرعت در عملکرد فیلتر	۳۰
۳۰	۳-۲-۱-۶- بهره‌برداری در محیط مرطوب	۳۰
۳۲	۳-۲-۱-۷- اثرات نمک	۳۲
۳۳	۳-۲- انواع فیلتر	۳۳

۳۳	۱-۲-۳- آشغال‌گیرها و حفاظ‌های جوی
۳۶	۲-۲-۳- جداکننده‌های اینرسیال
۳۸	۳-۲-۳- منعقدکننده‌های رطوبت
۳۹	۴-۲-۳- پیش‌فیلترها
۴۱	۵-۲-۳- فیلترهای با راندمان بالا
۴۴	۶-۲-۳- فیلترهای خودپالا
۴۷	۷-۲-۳- فیلترهای روغنی
۴۸	۸-۲-۳- فیلتراسیون مرحله‌ای
۴۹	۹-۲-۳- طراحی ساختار و کانال
۵۳	۳-۳- کاربرد
۵۴	۱-۳-۳- ویژگی‌های ورودی توربین گازی
۵۵	۲-۳-۳- آلاینده‌های متداول
۵۶	۱-۲-۳-۳- آلاینده‌های گازی
۵۶	۲-۲-۳-۳- آلاینده‌های مایع
۶۰	۳-۲-۳-۳- آلاینده‌های جامد
۶۲	۳-۳-۳- کاربردهای فرا ساحلی، دریایی و ساحلی
۶۳	۱-۳-۳-۳- کاربرد ساحلی
۶۳	آلاینده‌ها
۶۴	سیستم فیلتراسیون
۶۵	۲-۳-۳-۳- کاربری دریایی
۶۵	آلاینده‌ها
۶۹	سیستم‌های فیلتراسیون
۷۱	۳-۳-۳-۳- کاربردهای فراساحلی
۷۱	آلاینده‌ها
۷۳	سیستم فیلتراسیون
۷۳	۴-۳-۳- کاربری‌های زمینی (نصب در خشکی)
۷۴	۱-۴-۳-۳- کاربری بیابان
۷۵	آلاینده‌ها
۷۸	سیستم فیلتراسیون

فهرست □ ج

۷۹	..... ۲-۴-۳-۳- کاربرد در مناطق سردسیر
۷۹	..... آلاینده‌ها
۸۰	..... سیستم‌های فیلتراسیون
۸۲	..... ۳-۴-۳-۳- کاربرد در مناطق گرمسیر
۸۲	..... آلاینده‌ها
۸۳	..... سیستم فیلتراسیون
۸۴	..... ۴-۴-۳-۳- کاربرد در حومه شهری
۸۴	..... آلاینده‌ها
۸۵	..... سیستم‌های فیلتراسیون
۸۵	..... ۵-۴-۳-۳- کاربرد در شهرهای بزرگ
۸۶	..... آلاینده‌ها
۸۶	..... سیستم فیلتراسیون
۸۷	..... ۶-۴-۳-۳- کاربرد در مناطق صنعتی
۸۷	..... آلاینده‌ها
۸۸	..... سیستم فیلتراسیون
۸۹	..... ۷-۴-۳-۳- سایر کاربردها و ملاحظات
۸۹	..... اثرات دریاچه در فصل زمستان
۹۰	..... بستر دریاچه‌های خشک
۹۰	..... دریاچه‌های نمک
۹۰	..... منابع انتشار جدید
۹۰	..... ۵-۳-۳- جانمایی محل توربین
۹۲	..... ۱-۵-۳-۳- فیلترهای موقتی
۹۳	..... ۲-۵-۳-۳- خلاصه
۱۰۰	..... ۶-۳-۳- ارزیابی سایت
۱۰۲	..... ۴-۳- تجزیه و تحلیل هزینه‌های چرخه عمر سیستم فیلتراسیون
۱۰۲	..... ۱-۴-۳- مبانی تجزیه و تحلیل هزینه چرخه عمر
۱۰۴	..... ۲-۴-۳- ملاحظات سیستم فیلتراسیون ورودی توربین‌گازی
۱۰۵	..... ۱-۲-۴-۳- هزینه‌های اولیه سیستم و تعمیر و نگهداری آن
۱۰۶	..... ۲-۲-۴-۳- قابلیت دسترسی و اعتماد

ح □ راهنمای سیستم‌های فیلتراسیون هوای ورودی توربین‌های گازی

۱۰۸	۳-۴-۲-۳- فرسایش توربین گازی
۱۰۹	۳-۴-۲-۴- شستشوی کمپرسور توربین گازی
۱۱۰	۳-۴-۲-۵- افت فشار
۱۱۲	۳-۴-۲-۶- هزینه‌های خرابی
۱۱۳	۳-۴-۲-۷- هزینه‌های کارگری
۱۱۳	۳-۴-۲-۸- خلاصه هزینه‌ها
۱۱۵	۳-۴-۳- نمونه‌ای از تجزیه و تحلیل هزینه چرخه عمر
۱۱۷	۴- بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری فیلتر
۱۱۷	۴-۱- نصب
۱۱۹	۴-۲- تجهیزات
۱۲۰	۴-۳- تعویض، پاکسازی و بازرسی فیلتر
۱۲۳	۴-۴- برنامه تعمیر و نگهداری
۱۲۴	۴-۵- شست‌وشو با آب
۱۲۷	۵- آزمون فیلتر
	۱-۵- ASHRAE52.2 روش آزمون راندمان وسایل پاک‌سازی هوای مورد استفاده در سیستم‌های تهویه عمومی برحسب اندازه ذره:
۱۲۷	۵-۱-۱- مجموعه آزمون
۱۳۲	۵-۱-۲- آزمون
۱۳۳	۵-۱-۳- نتایج
۱۳۴	۵-۲-۲- EN779:2002- فیلترهای ذرات در تهویه عمومی- تعیین عملکرد فیلتر
۱۳۵	۵-۲-۱- مجموعه آزمون
۱۳۸	۵-۲-۲- آزمون
۱۴۰	۵-۲-۳- نتایج
	۵-۳- استاندارد EN1822:2009 (بخش ۱ تا ۵) فیلترهای هوای با راندمان بالا، (HEPA ، EPA، ULPA)
۱۴۱	۵-۳-۱- مجموعه آزمون
۱۴۲	۵-۳-۲- آزمون
۱۴۴	۵-۳-۳- نتایج
۱۴۶	۵-۴- سایر ملاحظات آزمون

فهرست □ خ

۱۵۱	منابع
۱۵۷	پرسش‌نامه ارزیابی سایت (پیوست A)
۱۶۱	پیوست B
۱۶۳	تعریف علائم
۱۶۵	زیر نویس‌ها
۱۶۷	فهرست واژگان

فهرست اشکال

- شکل ۱ - محل قرارگیری سیستم فیلتراسیون هوای ورودی توربین گازی ۱
- شکل ۲ - توزیع ذرات در اتمسفر (American Air Filter, ۱۹۸۵) ۴
- شکل ۳ - توزیع اندازه معمول ذرات برای رخدادهای فرسایش و رسوب ۶
- شکل ۴ - سایش روی لبه جلویی یک پره توربین ۷
- شکل ۵ - رسوب روی پره کمپرسور ۹
- شکل ۶ - خوردگی / ایجاد حفره روی یک پره کمپرسور ۱۰
- شکل ۷ - مثال‌هایی از آسیب‌ها در اثر خوردگی داغ (Courtesy of Solar Turbines) ۱۱
- شکل ۸ - مکانیسم‌های معمول و متداول فیلتراسیون ۱۹
- شکل ۹ - مثالی از تحلیل سیستم فیلتراسیون ورودی با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی ۲۷
- شکل ۱۰ - مقایسه اختلاف اندازه میان سیستم‌های با سرعت بالا و پایین (اقتباس از Courtesy of Camfil Farr) ۳۰
- شکل ۱۱ - هود جوی در ورودی سیستم فیلتراسیون ۳۴
- شکل ۱۲ - مسدود شدن قسمت قدامی فیلترهای کارتریجی به علت جریان آهسته برج خنک‌کن ۳۵
- شکل ۱۳ - جداکننده‌های محوری پره‌ای ۳۷
- شکل ۱۴ - عملکرد یک جداکننده اینرسیال (اقتباس از Courtesy of Mueller Environmental Design, Inc) ۳۸
- شکل ۱۵ - پیش فیلتر / منعقدکننده (اقتباس از Courtesy of Camfil Farr) ۴۰
- شکل ۱۶ - مقایسه ساختار لیفی فیلترهای با راندمان بالا و پایین ۴۰
- شکل ۱۷ - ساختار فیلترهای چین‌دار شده مستطیلی با راندمان بالا ۴۲
- شکل ۱۸ - فیلترهای با راندمان بالای مستطیلی (اقتباس از: Courtesy of Burgess Manning and Camfil Farr) ۴۳
- شکل ۱۹ - فیلترهای کارتریجی با راندمان بالا (اقتباس از Courtesy of Camfil Farr) ۴۴
- شکل ۲۰ - نمونه‌ای از بهره‌برداری از فیلترهای خودتمیزکننده ۴۵
- شکل ۲۱ - سیستم فیلتراسیون چندمرحله‌ای ۴۸
- شکل ۲۲ - مثالی از سیستم فیلتراسیون هوای ورودی برای یک توربین گازی با کاربری زمینی ۴۹
- شکل ۲۳ - نمونه‌ای از جایگذاری نامناسب سیستم فیلتراسیون ورودی ۵۲
- شکل ۲۴ - فرآیند انتقال آلاینده‌های جامد ۶۱

- شکل ۲۵ - اثر ورتکس Lee..... ۶۶
- شکل ۲۶ - طوفان‌های بزرگ گردوغبار در حال حرکت از سواحل افریقا..... ۶۸
- شکل ۲۷ - مناطقی از جهان که دارای غلظت‌های بالای گردوغبارند..... ۷۴
- شکل ۲۸ - پوشش سنگفرشی بیابان..... ۷۶
- شکل ۲۹ - یک نمونه باد هابوب تگزاس..... ۷۷
- شکل ۳۰ - فیلتر کیسه‌ای و پره توربین کارخانه تولید سود سوزآور..... ۸۸
- شکل ۳۱ - رانش آئروسول‌ها از برج خنک‌کننده به طرف توربین‌گازی اقتباس از Courtesy of camfil farr..... ۹۱
- شکل ۳۲ - شکل گرافیکی و اسامی سیستم‌های مختلف..... ۹۶
- شکل ۳۳ - سیستم‌های فیلتراسیون برای محیط‌های ساحلی، فرا ساحلی و دریایی..... ۹۷
- شکل ۳۴ - سیستم‌های فیلتراسیون برای محیط‌های بیابانی، سردسیری و گرمسیری..... ۹۸
- شکل ۳۵ - سیستم‌های فیلتراسیون برای موقعیت‌های حومه شهری، شهرهای بزرگ، و مکان‌های صنعتی..... ۹۹
- شکل ۳۶ - نمای شماتیک مجموعه آزمون استاندارد ASHRAE 52.2: 2007..... ۱۲۹
- شکل ۳۷ - نمای شماتیک مجموعه آزمون EN 779: 2002..... ۱۳۶
- شکل ۳۸ - نمای شماتیک مجموعه آزمون راندمان EN 1822: 2009..... ۱۴۳
- نمودار ۱ - اثر تمیز کردن مواد چسبنده بر بازدهی توربین گازی..... ۸
- نمودار ۲ - تلفیق مکانیسم‌های فیلتراسیون برای تأمین راندمان فیلتر برای اندازه‌های مختلف ذرات ۲۰.....
- نمودار ۳ - مقایسه افت توربین گازی در وضعیت استفاده از فیلترهای مختلف (Owens, 2009)..... ۲۱
- نمودار ۴ - اثر افت فشار ورودی بر توان توربین گازی و نرخ حرارتی..... ۲۵
- نمودار ۵ - مقایسه بین فیلترهای با ظرفیت نگهداری کم و زیاد غبار..... ۲۸
- نمودار ۶ - توزیع شکل‌گیری قطرات در منعقدکننده..... ۳۹
- نمودار ۷ - نمونه منحنی افت فشار در طول زمان در یک فیلتر خودتمیزکننده..... ۴۶
- نمودار ۸ - تفاوت افت فشار فیلترهای مختلف در محیط‌زیست‌های مختلف..... ۵۴
- نمودار ۹ - مشخصات کلی آئروسول‌های نمک لایه مرزی بالای سطح مشترک آب و هوا اقتباس از Shelton, 1994..... ۵۸
- نمودار ۱۰ - چگونه اندازه ذرات نمک دریا با رطوبت نسبی تغییر می‌کند اقتباس از (Gas Turbine Design Handbook, 1983)..... ۵۹
- نمودار ۱۱ - سرعت ته‌نشینی ذرات با اندازه‌های مختلف..... ۶۲

راهنمای سیستم‌های فیلتراسیون هوای ورودی توربین‌های گازی □ ر

- نمودار ۱۲ - نمونه‌ای از انتگرال منحنی بارگیری غیر خطی فیلتر..... ۱۱۲
- نمودار ۱۳ - نمونه‌ای از توزیع اندازه آئروسول‌ها برای آزمون ASHRAE 52.2: 2007..... ۱۳۱
- نمودار ۱۴ - نمودار راندمان برحسب اندازه ذرات و متوسط حداقل راندمان هر ردیف از اندازه ذرات .. ۱۳۵
- نمودار ۱۵ - نمونه‌ای از نتایج آزمون راندمان بیشترین اندازه ذرات نفوذ کرده..... ۱۴۶

فهرست جداول

جدول ۱ - آلاینده‌های معمول و کلاس فیلتر مناسب آن	۱۶
جدول ۲ - طبقه‌بندی فیلترها بر اساس استانداردهای آمریکائی و اروپائی	۲۴
جدول ۳ - انواع مختلف رطوبت در سیستم‌های فیلتراسیون ورودی	۳۱
جدول ۴ - شرایط معمول بیابان	۷۵
جدول ۵ - خلاصه الزامات فیلترها برای کاربردهای مختلف	۹۴
جدول ۶ - خلاصه هزینه‌هایی که باید در تجزیه تحلیل هزینه چرخه عمر سیستم فیلتراسیون ورودی یک توربین‌گازی مورد توجه قرار گیرند.	۱۱۴
جدول ۷ - اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در طول آزمون استاندارد EN779:2002 (اقتباس از EN779:2002)	۱۳۹
جدول ۸ - طبقه‌بندی فیلترهای EPA، HEPA و ULPA (برگرفته از استاندارد EN 1822-1:2009)	۱۴۷

مقدمه مؤلف

فیلتراسیون هوای ورودی برای توربین‌های گازی ضروری است. سیستم‌های فیلتراسیون از سیستم‌های ساده حذف ذرات درشت تا سیستم‌های پیچیده‌اند که هر دو نوع ذرات جامد و مایع را حذف می‌کنند. از آنجاکه توربین گازی به طور روز افزونی به ذراتی که وارد آنها می‌شوند حساس‌اند، سیستم‌های فیلتراسیون باید توسعه یابند. این به دلیل افزایش دمای عملیاتی و کاهش تحمل ماشین در توربین‌های مدرن است. سیستم فیلتراسیون مدرن چندمرحله‌ای است و برای محیط و کاربرد خاص انتخاب می‌شود.

انتخاب سیستم فیلتراسیون هوای ورودی بخش مهمی از طراحی توربین گازی است. کیفیت ضعیف هوای ورودی به طور قابل توجهی بر کارکرد، عملکرد و عمر توربین گازی تأثیر می‌گذارد. نتایج فیلتراسیون ضعیف هوای ورودی به توربین شامل رسوب، سایش و خوردگی است. به منظور به حداقل رساندن فرسایش توربین گازی باید به اندازه کافی در طراحی و کارکرد سیستم فیلتراسیون هوای ورودی تلاش و سرمایه‌گذاری کرد.

اولین مرحله در انتخاب سیستم فیلتراسیون هوای ورودی به توربین مشخص کردن محیطی است که توربین در آنجا کار می‌کند. این موضوع شامل تعیین آلاینده‌هایی است که در محل نصب توربین وجود دارد. وقتی آلاینده‌های مورد انتظار تعیین شدند، می‌توان فیلترها را انتخاب کرد. این فیلترها باید بر اساس آنچه باید از هوا حذف شود و نیز الزامات کیفیت هوای ورودی مورد نیاز توربین انتخاب شوند. فیلترهای گوناگونی وجود دارند که می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. اکثر سیستم‌های فیلتراسیون مدرن سیستم‌های چند مرحله‌ای هستند که کنترل گسترده وسیعی از آلاینده‌ها را ممکن می‌سازند. پس از انتخاب و نصب سیستم فیلتراسیون، باید سیستم به درستی کار کند و تعمیر و نگهداری شود. تا کیفیت هوای ورودی مورد نیاز را حفظ کند.

انتخاب، نصب و کارکرد سیستم فیلتراسیون هوای ورودی به توربین فرآیندهای پیچیده‌ای هستند. در این راهنما فناوری‌های جاری و ملاحظات سیستم‌های فیلتراسیون هوای ورودی خلاصه شده است. این سند اطلاعات مفصلی در مورد پیامدهای فیلتراسیون ضعیف هوای ورودی، ویژگی‌های فیلترهای هوا، انواع فیلترهایی که به صورت تجاری موجودند، مرور محیط‌های گوناگونی که توربین‌های گازی ممکن است نصب شوند، چگونگی مقایسه گزینه‌های مختلف سیستم فیلتراسیون بر اساس تجزیه و تحلیل هزینه‌های چرخه عمر، اینکه چه عملیات و برنامه‌های تعمیر و نگهداری باید انجام گیرد، و اینکه چگونه این فیلترها آزمون و طبقه‌بندی می‌شوند را ارائه کرده است.

مقدمه مترجمان

همان‌گونه‌که در تعریف آلودگی هوا آمده است یکی از مهم‌ترین اثرهای سوء آلودگی هوا آسیب تجهیزات و پیرو آن کاهش بهره‌وری تجهیزات و خسارات اقتصادی است. از جمله مهم‌ترین تجهیزات مورد استفاده در صنعت و تولید و اثر گذار بر زندگی انسان توربین‌ها هستند. آلودگی هوای ورودی به توربین‌های گازی از طریق آسیب در اثر ذرات خارجی، سائیدگی، رسوب (چسبندگی)، بسته شدن مجاری باریک سرمایش موجود در میان پره‌ها، ترکیب (هم جوشی) ذرات و خوردگی موجب آسیب پره‌های توربین، کاهش تولید الکتریسیته و به عبارتی برون ده آن می‌شود که تأثیرهای چشمگیری بر زندگی انسان می‌گذارد. به منظور پیشگیری از تبعات آسیب توربین‌ها، فیلتراسیون هوای ورودی به توربین الزامی است.

متأسفانه در کشور عزیزمان ایران به دلیل پایین بودن سطح دانش فیلتراسیون، توجه به انتخاب صحیح بسترهای فیلتراسیون با کیفیت مناسب، کاربرد صحیح، تعمیر و نگهداری و بازرسی فیلترها منطبق با استانداردها و الزامات مرتبط صورت نمی‌گیرد و این مسئله ممکن است پیامدهای نامطلوب به همراه داشته باشد. به‌ویژه آنکه رشد صنعت تولید برق (نیروگاه‌ها) و بهره‌گیری از توربین‌ها به‌شدت رو به گسترش است. به دلیل کمبود منابع تخصصی در این زمینه به زبان فارسی از یک طرف و ضرورت ارتقای دانش فیلتراسیون از طرف دیگر به‌ویژه لزوم به‌کارگیری آن در نیروگاه‌های کشور، به ترجمه مجموعه حاضر مبادرت شده است. از خوانندگان محترم تقاضا داریم در صورت مشاهده هر گونه اشکال مترجمان را مطلع و در اصلاح اشتباه‌های احتمالی برای چاپ‌های بعدی مساعدت فرمایند. همچنین از زحمات جناب آقای دکتر علی بهدشتی مدیر عامل محترم شرکت ایمن - سرو در راستای انتشار این کتاب سپاسگزاری می‌شود.

با احترام

دکتر فریده گل‌بابائی - مهندس احسان فرورش