

مهندسی الیاف

جلد اول: الیاف آمیخته پلیمری

تألیف:

دکتر محمد علی توانائی

عضویت علمی دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه زنجان

مهندس مانیه حدادی

کارشناس ارشد مهندسی شیمی (مسلح پلیمر)

سرشناسه: توانایی، محمدعلی، ۱۳۵۶-
 عنوان و نام پدیدآور: مهندسی الیاف/ تألیف محمدعلی توانایی، هانیه حدادی.
 مشخصات نشر: تهران: شرح، ۱۳۹۱-
 مشخصات ظاهری: ج: مصور، جدول، نمودار.
 شابک: دوره: 4-61-8929-978 : ج: 1-7-60-8929-978
 وضعیت فهرست: فیپا.
 نویسی:
 یادداشت: واژه‌نامه.
 یادداشت: کتابنامه.
 مندرجات: الیاف آمیخته پلیمری.
 موضوع: الیاف نساجی مصنوعی.
 موضوع: الیاف نساجی.
 موضوع: پلیمرها.
 شناسه افزوده: حدادی، هانیه، ۱۳۶۴-
 رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۱ م ۹۳ ت ۱۵۴۸/۵ TS.
 رده‌بندی دیویی: ۶۷۷/۴.
 شماره کتابشناسی ملی: ۲۷۹۴۱۶.

انتشارات شرح



نشانی انتشارات: تهران، خ. انقلاب اسلامی، خ. صفی‌علیشاه، شماره ۲۳، ص. پ. ۳۷۷-۱۱۴۹۵ تلفن: ۷۷۶۳۸۰۵۹.
 مراکز پخش و فروش: (تشریح ۷۷۶۳۲۲۶۶)، (فک ۶۶۴۸۱۰۹۶)، (ویستا ۶۶۴۹۹۵۹۱)،
 (کوه‌بنان ۶۶۹۶۰۵۰۷)، (یزد ۰۳۵۱۸۲۰۱۷۳۰)، (اصفهان ۰۳۱۱۳۹۱۲۵۰۴) و فروش اینترنتی:

www.Adinehbook.com

عنوان: مهندسی الیاف (جلد اول: الیاف آمیخته پلیمری).

تألیف: دکتر محمدعلی توانایی، مهندس هانیه حدادی.

ناشر: شرح.

چاپ اول: ۱۳۹۱.

طراح جلد: مونا توانایی.

لیتوگرافی: یاس.

چاپ: عمران.

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد.

قیمت: ۵۰۰۰ تومان.

ISBN: 978-964-8929-61-4 (Vol. SET)

شابک (دوره): ۴-۶۱-۸۹۲۹-۹۶۴-۹۷۸

ISBN: 978-964-8929-60-7 (Vol.1)

شابک (جلد ۱): ۷-۶۰-۸۹۲۹-۹۶۴-۹۷۸

حق چاپ برای مولف و ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

پیشگفتار مؤلف.....	۱۱
فصل اول: مقدمه‌ای بر آمیخته‌های پلیمری و الیاف آمیخته‌ای.....	۱۵
۱-۱ الیاف پتر ساخت.....	۱۷
۱-۱-۱ الیاف پلی استر.....	۱۸
۱-۱-۲ الیاف پلی الفنی.....	۱۹
۱-۱-۳ الیاف پلی آمید.....	۲۰
۱-۱-۴ الیاف پلی وینیل.....	۲۰
۱-۱-۵ الیاف سلولزی.....	۲۱
۱-۲ تاریخچه آمیخته‌های پلیمری و الیاف آمیخته‌ای.....	۲۲
۱-۳ تعریف آمیخته و آلیاژ پلیمری.....	۲۴
۱-۴ مزایای آمیخته‌سازی پلیمرها.....	۲۵
۱-۵ مزایای تولید الیاف آمیخته‌ای.....	۲۷
منابع فصل ۱.....	۳۰
فصل دوم: طبقه‌بندی الیاف آمیخته‌ای.....	۳۳
۲-۱ طبقه‌بندی الیاف آمیخته‌ای پلیمری.....	۳۵
۲-۲ طبقه‌بندی از جنبه شکل اجزاء تشکیل دهنده.....	۳۵
۲-۳ الیاف آمیخته‌ای دو جزئی با اجزای متمایز (الیاف دو یا چند جزئی).....	۴۰
۲-۴ الیاف آمیخته دو جزئی با ساختار درهم (الیاف درهم آمیخته‌ای).....	۴۵
منابع فصل ۲.....	۴۸
فصل سوم: ویژگی‌های پلیمری الیاف آمیخته‌ای.....	۴۹
۳-۱ امتزاج‌پذیری و امتزاج‌ناپذیری آمیخته‌های پلیمری.....	۵۱

۳-۱-۱	ترمودینامیک آمیخته‌ها	۵۳
۳-۱-۲	روش‌های اندازه‌گیری امتزاج‌پذیری یا امتزاج‌ناپذیری آمیخته‌های پلیمری	۵۵
۳-۱-۳	برهم‌کنش‌های بین سطحی در آمیخته تشکیل‌دهنده الیاف	۵۷
۳-۲	سازگاری آمیخته‌های پلیمری	۵۷
۳-۳	روش‌های کاربردی تشخیص آمیخته‌های سازگار از ناسازگار	۵۹
۳-۳-۱	روش‌های بصری و تفرق اشعه X	۵۹
۳-۳-۲	انتقال‌های حرارتی و مکانیکی	۶۱
۳-۴	رنولوژی آمیخته‌های پلیمری	۶۵
۳-۴-۱	گرانروی آمیخته‌های پلیمری	۶۶
۳-۴-۲	شرایط رنولوژیکی در فرایند اختلاط و تأثیر آن بر مورفولوژی	۶۹
۳-۴-۳	رنولوژی در ابعاد میکرو در زمان توزیع جزء پراکنده در ماتریس	۷۳
۳-۴-۳-۱	مکانیزم تغییر شکل و گسیختگی قطره (فاز پراکنده)	۷۳
۳-۴-۳-۲	مکانیزم فیبریل شدن در روزنه رشته‌ساز	۷۷
۳-۴-۴	تأثیر اختلاف گرانروی اجزاء در تولید الیاف آمیخته‌ای با اجزای متمایز (الیاف دو جزئی)...	۷۹
۸۲	منابع فصل ۳	
۸۵	فصل چهارم: تولید الیاف آمیخته‌ای با ساختار درهم	
۸۷	۴-۱ شکل‌دهی الیاف	
۹۰	۴-۲ اختلاط اجزاء در تولید الیاف آمیخته‌ای با ساختار درهم	
۹۰	۴-۲-۱ اختلاط اجزاء پیش از اکستروژن	
۹۲	۴-۲-۲ اختلاط اجزاء هم‌زمان با اکستروژن	
۹۷	۴-۳ دستگاه اکسترودر	
۹۸	۴-۳-۱ مراحل عملیات اکستروژن در یک اکسترودر	
۹۹	۴-۳-۱-۱ تغذیه	

۹۹	۴-۳-۱-۲ ذوب شدن
۱۰۰	۴-۳-۱-۳ پمپ کردن مواد
۱۰۱	۴-۳-۲ اکسترودر تک ماریچه
۱۰۴	۴-۳-۳ عملیات اختلاط در اکسترودرهای تک ماریچه
۱۰۵	۴-۳-۳-۱ مخلوط‌کن‌های هم‌زمان
۱۰۵	۴-۳-۳-۱-۱ مخلوط‌کن ساکن
۱۰۶	۴-۳-۳-۱-۲ مخلوط‌کن‌های متحرک
۱۰۷	۴-۳-۳-۱-۲-۱ ماریچ یونی ریال
۱۰۸	۴-۳-۳-۱-۲-۲ ماریچ کارآمد
۱۰۸	۴-۳-۳-۱-۲-۳ ماریچ بار ۱۱
۱۰۹	۴-۳-۳-۱-۲-۴ ماریچ دو موجه
۱۰۹	۴-۳-۳-۱-۲-۵ ناحیه اختلاط دری
۱۱۰	۴-۳-۳-۱-۲-۶ ناحیه اختلاط دالمگ
۱۱۱	۴-۳-۳-۱-۲-۷ بین‌های اختلاط
۱۱۱	۴-۳-۳-۱-۲-۸ ناحیه اختلاط مدوک
۱۱۲	۴-۳-۳-۱-۲-۹ مخلوط‌کن رپرا
۱۱۳	۴-۳-۳-۱-۲-۱۰ ماریچ دو مرحله‌ای
۱۱۵	۴-۳-۴ اکسترودرهای دو ماریچه
۱۱۹	۴-۳-۵ منی فولد ریسندگی
۱۲۱	۴-۳-۶ سر ریسندگی
۱۲۲	۴-۳-۶-۱ پمپ دنده‌ای (اندازه‌گیری)
۱۲۴	۴-۳-۶-۲ بسته ریسندگی
۱۲۴	۴-۳-۶-۳ فیلترها
۱۲۵	۴-۳-۶-۴ رشته‌ساز
۱۲۶	۴-۳-۷ ناحیه انجماد الیاف

۱۳۰	 عملیات تکمیلی ۴-۳-۸
۱۳۳	 عملیات پیچش (در تولید نخ‌های فیلامنتی) ۴-۳-۹
۱۳۶	 منابع فصل ۴
۱۳۷	 فصل پنجم: تولید الیاف آمیخته‌ای با اجزای متمایز (الیاف دو یا چند جزئی) ۴-۳-۱۰
۱۴۰	 ۵-۱ تجهیزات مورد استفاده در تولید الیاف دو جزئی با اجزای متمایز ۴-۳-۱۱
۱۴۳	 ۵-۱-۱ من تولید مذاب و بسته ریسندگی مورد استفاده در الیاف دو جزئی ۴-۳-۱۲
۱۴۸	 ۵-۱-۲ رشته‌سازهای تولید الیاف دو جزئی با آرایش پهلوی به پهلوی (S/S) ۴-۳-۱۳
۱۵۰	 ۵-۱-۲-۱ روش اول ۴-۳-۱۴
۱۶۱	 ۵-۱-۲-۲ روش دوم ۴-۳-۱۵
۱۶۳	 ۵-۱-۲-۳ روش سوم ۴-۳-۱۶
۱۶۷	 ۵-۱-۲-۴ روش چهارم (روش فیلم فوری شده) ۴-۳-۱۷
۱۶۸	 ۵-۱-۳ رشته‌سازهای تولید الیاف دو جزئی با آرایش مغزی- پوسته ۴-۳-۱۸
۱۶۸	 ۵-۱-۳-۱ تولید الیاف دو جزئی با آرایش مغزی- پوسته هم مرکز ۴-۳-۱۹
۱۷۳	 ۵-۱-۳-۲ تولید الیاف دو جزئی با آرایش مغزی- پوسته غیر هم مرکز و غیر دایروی ۴-۳-۲۰
۱۷۷	 ۵-۱-۳-۳ سایر روش‌های تولید الیاف دو جزئی با آرایش مغزی- پوسته ۴-۳-۲۱
۱۷۷	 ۵-۱-۳-۳-۱ روش روکش‌دهی الیاف ۴-۳-۲۲
۱۷۸	 ۵-۱-۳-۳-۲ ریسندگی به روش «انعقاد سازگار» ۴-۳-۲۳
۱۷۸	 ۵-۱-۳-۳-۳ آرایش‌های «مغزی- پوسته» از یک پلیمر ۴-۳-۲۴
۱۷۹	 ۵-۱-۴ رشته‌سازهای تولید الیاف دو جزئی ریز دیر ۴-۳-۲۵
۱۷۹	 ۵-۱-۴-۱ الیاف دو جزئی با آرایش جزیره در دریا ۴-۳-۲۶
۱۸۰	 ۵-۱-۴-۲ رشته‌ساز تولید الیاف دو جزئی جزیره در دریا با جزایری در ابعاد نانو ۴-۳-۲۷
۱۸۲	 ۵-۱-۵ رشته‌سازهای تولید الیاف دو جزئی با آرایش قطعه قطعه یا پرتقالی (الیاف جدا شدنی) ۴-۳-۲۸
۱۸۴	 ۵-۱-۶ رشته‌ساز تولید الیاف میان تهی دو جزئی ۴-۳-۲۹
۱۸۵	 ۵-۱-۷ رشته‌ساز تولید الیاف چند جزئی مخلوط ۴-۳-۳۰

۱۸۵	۵-۱-۷-۱ الیاف دو جزئی مخلوط
۱۸۷	۵-۱-۷-۲ رشته‌ساز نخ‌های سه جزئی مخلوط
۱۸۸	۵-۱-۸ رشته‌ساز الیاف سه و چهار جزئی
۱۹۰	منابع فصل ۵
۱۹۱	فصل ششم: الیاف آمیخته تجاری و کاربردهای آن
۱۹۳	۶-۱ الیاف آمیخته‌ای در منسوجات بی‌یافت
۱۹۹	۶-۲ نخ‌های نایلونی مقاوم در برابر صاف شدن هنگام توقف
۲۰۰	۶-۳ الیاف با خاصیت ضد الکتریسیته ساکن دائمی
۲۰۱	۶-۴ الیاف ابریشم‌گون
۲۰۲	۶-۵ چرم مصنوعی و الیاف فوق‌العاده ظریف
۲۰۴	۶-۶ الیاف نانو
۲۰۷	۶-۷ الیاف با قدرت جذب بسیار زیاد
۲۰۷	۶-۸ الیاف مقاوم در برابر شعله
۲۰۸	۶-۹ بهبود رنگ‌پذیری
۲۰۹	۶-۱۰ قابلیت دفع آلودگی
۲۰۹	۶-۱۱ کاربردهای دیگر از الیاف آمیخته‌ای
۲۱۱	۶-۱۲ الیاف آمیخته‌ی معدنی
۲۱۲	۶-۱۳ جداول الیاف آمیخته‌ای تجاری
۲۱۷	منابع فصل ۶
۲۱۹	علائم اختصاری
۲۲۳	واژه نامه

پیشگفتار مؤلف

با گذشت زمان و افزایش روز افزون جمعیت جهان، مصرف سرانه الیاف نیز افزایش یافته و تولید الیاف با مقادیر بیش‌تر اجتناب‌ناپذیر شده است. این در حالیست که افزایش تولید الیاف طبیعی محدودیت‌های مختلف و متعددی داشته و میزان تولید آن نیز پاسخ‌گوی نیاز بشر در کاربردهای مختلف نمی‌باشد. در نیمه اول قرن بیستم همگام با پیشرفت بشر در علوم مختلف، تولید مواد پلیمری آغاز شد و اولین الیاف بشر ساخت در دهه ۱۹۳۰ میلادی در ابعاد آزمایشگاهی تولید گردید و از آن پس در مدت زمان کوتاهی، حدود ۴۰ سال، پیشرفت‌های خیره‌کننده‌ای حاصل شد که امروز شاهد تولید و عرضه الیاف نساجی بسیار متنوع با خصوصیات ویژه و با کاربردهای گوناگونی هستیم. کاربرد الیاف، سال‌ها است که به پوشاک متداول یا مصارف خاص صنعتی محدود نمی‌شود و در حوزه‌های گوناگونی مانند: صنایع پزشکی و محصولات بهداشتی، صنایع خودروسازی، صنایع راه و ساختمان، صنایع نظامی، ساخت کامپوزیت‌های پلیمری و غیره نیز راه پیدا کرده و تثبیت شده است.

تولید الیاف جدید و بهبود خواص الیاف موجود، نتیجه تلاش دانشمندان و پژوهش‌گران دانشگاهی و مهندسين و کارشناسان صنعتی است که در این زمینه فعالیت می‌کنند. مسیر پژوهش‌ها در تولید الیاف جدید یا بهبود خواص الیاف، طی سال‌های اخیر بیش‌تر به تولید الیاف با تکنولوژی بالا (High-Tech fibers) و خواص ویژه، تولید الیاف هوشمند (Smart fibers) و الیاف با کارایی بالا (High performance) اختصاص یافته است. از دهه ۱۹۳۰ میلادی و هم‌زمان با ارائه اولین الیاف بشر ساخت، تحقیق بر روی تولید الیاف آمیخته‌ی پلیمری (Polymer blend fibers)، حاصل از اختلاط حداقل ۲ نوع پلیمر، نیز آغاز گشت. تولید الیاف آمیخته‌ی پلیمری به دلیل نیاز به تجهیزات ویژه و تنظیمات و شرایط خاص حاکم بر

فرایند، در طبقه الیاف با تکنولوژی بالا محسوب می‌شود. این الیاف در کشورهای پیشرفته دنیا از سال‌های ۱۹۵۰ به بعد در ابعاد صنعتی تولید شده و با نام‌های تجاری گوناگونی به مصرف رسیده است. لیکن در کشور ما سابقه تولید این الیاف بسیار کم بوده و طی چند سال اخیر در تعداد بسیار کمی از واحدهای تولیدی و آن نیز تنها در یک نوع خاص، آغاز شده است.

سابقه کوتاه تولید این الیاف و کمبود دانش فنی آن در کشور از یک سو و پژوهش در این حوزه به عنوان یک خط تحقیقاتی مورد توجه در دانشگاه‌ها از سوی دیگر، احساس خلاء یک کتاب در این منابع فارسی را به وضوح نمایان می‌ساخت. از این رو در این کتاب تلاش شده است تا با استفاده از منابع متنوع و کثیر منتشر شده و در برخی موارد تحقیقات پیشین مؤلفان این مجموعه، مطالب مفیدی عرضه شود تا نه تنها مورد استفاده محققین و دانشجویان مهندسی نساجی مقاطع مختلف تحصیلی کشور عزیزمان باشد بلکه مقدمات ارتقاء دانش علمی و فنی مورد نیاز کارشناسان در واحدهای صنعتی تولید الیاف را نیز برآورده سازد. لازم به ذکر است مطالب این مجموعه به گونه‌ای ارائه شده است که می‌تواند مورد استفاده دانشجویان و کارشناسان سایر رشته‌هایی مانند، مهندسی پلیمر و مهندسی شیمی نیز که در این حوزه فعالیت می‌نمایند، قرار گیرد.

این کتاب در شش فصل تهیه شده است که برای استفاده مفیدتر، مطالعه به ترتیب فصول را پیشنهاد می‌نماییم. در فصل اول به ارائه مقدمه‌ای از اهمیت آمیخته‌های پلیمری و الیاف آمیخته‌ای و تاریخچه‌ای از تولید این الیاف پرداخته شده است. در فصل دوم تعاریف موجود و طبقه‌بندی جامعی از انواع الیاف آمیخته‌ای ارائه شده است تا مخاطبین عزیز به طور کامل با انواع الیاف آمیخته‌ای، اصطلاحات رایج و تعاریف آنها آشنا شوند. در فصل سوم نیز به تشریح ویژگی‌های مهم آمیخته پلیمرها و خصوصیات رئولوژیکی آنها پرداخته شده است که از اهمیت خاصی در شکل دهی و تولید الیاف آمیخته‌ای برخوردارند. فصل چهارم کتاب به تشریح فناوری‌ها، روش‌ها و تجهیزات مورد نیاز تولید الیاف در هم آمیخته (Polyblend or Bi-constituent fibers) اختصاص یافته است و در فصل پنجم نیز فناوری و تجهیزات متداول تولید الیاف دوجزئی (Bi-component fibers) معرفی و انواع روش‌های تولید این الیاف تشریح شده است. فصل ششم نیز به بررسی انواع الیاف آمیخته‌ای تجاری و تشریح کاربردهای برخی از آنها و معرفی شرکت‌های سازنده این الیاف اختصاص یافته است. در

بخش پایانی نیز شرح علائم اختصاری و واژه نامه فارسی به انگلیسی برای لغات تخصصی که در متن کتاب به صورت پاورقی نیز درج گردیده اند، به منظور استفاده کامل تر و سهل تر خوانندگان عزیز، ارائه شده است.

در این پیشگفتار شایسته است از حمایت های جناب آقای اسماعیل یاری، مدیرعامل شرکت الیاف یارس یزد که در راستای توسعه ارتباط صنعت و دانشگاه، امکان انتشار این کتاب را فراهم آورده اند تشکر و قدردانی نموده و از جناب آقای مهندس حسین بیگدلی مدیریت کارخانه الیاف یارس یزد نیز که همواره پشتیبان و همراه ما بوده اند سپاسگزاری نماییم. همچنین بر خود لازم میدانم از جناب آقای دکتر علی اصغر علمدار یزدی، ریاست دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه یزد که ما را از راهنمایی های گرانقدرشان بهره مند فرموده اند نیز تشکر نماییم.

از آنجائی که هیچ نوشتاری، حالی از استباه و نقص نیست، از خوانندگان محترم تقاضا داریم تا اشکالات موجود در متن کتاب و پیشنهادات و انتقادات خود را به اطلاع مؤلفان برسانند تا در چاپ بعدی کتاب مد نظر قرار گرفته و مجموعه ای کامل تر و مفیدتر عرضه گردد.

محمدعلی توانایی

هاله حدادی