

www.ketab.ir

تريپولوژی پوشش ها

مؤلفان: کنث هولمبرگ، الان متیوس

مترجمان:

حامد قربانی، عباس پولادی، احسان مرادپور



انتشارات
جهاد دانشگاهی
قزوین

سرشناسه: هولمبرگ، کنت، ۱۹۴۹-م.
Holmberg, K. (Kenneth), 1949-
عنوان و نام پدیدآور: تریبولوژی پوشش‌ها/ مولفان کنت هولمبرگ، الان متیوس؛ مترجمان حامد قربانی، عباس پولادی، احسان مرادپور.
مشخصات نشر: قزوین: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد قزوین، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری: ۲۹۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۵۴۹-۶۵-۲
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: عنوان اصلی: Coatings tribology : properties, mechanisms, techniques and applications in surface engineeringm, 2nd ed, c2009.
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: تریبولوژی
موضوع: Tribology
موضوع: پوشش‌ها
موضوع: Coatings
شناسه افزوده: متیوز، آلن
شناسه افزوده: Matthews, A. (Allan)
شناسه افزوده: قربانی، حامد، ۱۳۵۹-، مترجم
شناسه افزوده: پولادی، عباس، ۱۳۶۰-، مترجم
شناسه افزوده: مرادپور، احسان، ۱۳۶۳-، مترجم
شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات. واحد قزوین
شناسه افزوده: Press Organization Jahade DaneshgahiGhazvin Branch
رده بندی کنگره: TJ۱۰۷۵
رده بندی دیویی: ۸۹/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی: ۸۴۶۰۴۱۳
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

تریبولوژی پوشش‌ها

مولفان: کنت هولمبرگ، الان متیوس؛ مترجمان: حامد قربانی، عباس پولادی، احسان مرادپور
گرافیک و صفحه‌آرایی: سمیرا حکیمی‌ها
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۵۴۹-۶۵-۲
چاپ: ۱۴۰۰
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
بهاء: ۹۰۰۰۰۰ ریال

مضوبه شورای شعبه انتشارات جهاد دانشگاهی قزوین

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی قزوین
کلیه حقوق محفوظ است ©

فهرست

فصل ۱ مقدمه	۹
فصل ۲ روشهای پوشش دهی سطح	۱۵
۲-۲- فرایندهای حالت گاز	۱۸
۲-۲-۱- رسوب شیمیایی از فاز بخار	۲۰
۲-۲-۲- رسوب فیزیکی از فاز بخار (PVD)	۲۲
۲-۲-۲-۱- رسوب شیمیایی از فاز بخار به کمک پلاسما	۲۴
۲-۲-۲-۲- پوشش دهی به روش کنتروپاش	۳۱
۲-۲-۳- رسوب به کمک پرتو یونی و لیزر و عملیات سطحی	۳۸
۳-۲- فرایندهای پایه محلول	۴۲
۳-۲-۱- رسوب از محلول شیمیایی	۴۲
۳-۲-۲- رسوب الکتروشیمیایی	۴۳
۳-۳- فرایند سل- ژل	۴۵
۳-۴- الکترولیز پلاسمایی	۴۶
۴-۲- فرایندهای مذاب و نیمه مذاب	۴۶
۴-۲-۱- عملیات سطحی با لیزر	۴۷
۴-۲-۲- پاشش حرارتی	۴۸
۴-۲-۳- جوشکاری	۴۹
۴-۴- روش های جدید	۴۹
۵-۲- عملیات سختکاری سطحی	۵۱
۶-۲- اثرات فرایند بر خواص ذاتی و عارضی	۵۳
مراجع	۵۵
فصل ۳ تریبولوژی پوشش ها	۵۹

۵۹	۱-۳- اصطکاک، سایش و روانکاری
۵۹	۱-۱-۳- مقدمه
۶۱	۲-۱-۳- خصوصیات سطحی
۶۵	۱-۳-۱-۳- نظریات اولیه در مورد اصطکاک
۶۶	۲-۳-۱-۳- منشأ اصطکاک در مقیاس میکرو
۶۹	۴-۳-۱-۳- تأثیر براده‌های سایش و لایه‌ها
۷۰	۵-۳-۱-۳- معادلات اصطکاک
۷۲	۶-۳-۱-۳- اصطکاک در مقیاس اتمی
۷۵	۷-۳-۱-۳- اصطکاک با لغزش فوق العاده کم
۷۶	۸-۳-۱-۳- اصطکاک غلتشی
۷۷	۹-۳-۱-۳- مقادیر نوعی ضریب اصطکاک
۷۸	۴-۱-۳- سایش
۸۰	۱-۴-۱-۳- سایش چسبان
۸۱	۲-۴-۱-۳- سایش خراشان و تغییر شکل ناهموازی
۸۲	۳-۴-۱-۳- سایش خستگی و تورق
۸۵	۴-۴-۱-۳- سایش شیمیایی
۸۶	۵-۴-۱-۳- مفهوم تطابق سرعت
۸۷	۶-۴-۱-۳- حالت‌های تخریب سایشی یا انواع سایش
۸۷	۷-۴-۱-۳- معادلات سایش
۸۹	۸-۴-۱-۳- نرخ سایش
۹۰	۵-۱-۳- روانکاری
۹۱	۱-۵-۱-۳- روانکاری هیدرودینامیک
۹۳	۲-۵-۱-۳- روانکاری الاستوهیدرودینامیک
۹۶	۳-۵-۱-۳- روانکاری مرزی
۹۹	۴-۵-۱-۳- روانکاری مخلوط
۱۰۰	۵-۵-۱-۳- روانکاری با روانکارهای جامد
۱۰۱	۲-۳- تنش‌های سطحی و پاسخ ماده در برابر بارگذاری
۱۰۱	۱-۲-۳- پاسخ ماده به بارگذاری
۱۰۵	۲-۲-۳- متغیرهای ماده E, σ_y, H, G و K_c

- ۱۰۶..... ۳-۲-۳- راه حل های تحلیلی تنش های تماسی و تغییر شکل مواد جامد
- ۱۰۶..... ۳-۲-۱- بارگذاری خطی روی جامدات نیمه- محدود
- ۱۰۷..... ۳-۲-۲- تماس هرتزی
- ۱۰۹..... ۳-۲-۴- معیارهای تسلیم پلاستیک
- ۱۱۱..... ۳-۲-۵- معیار شکست ماده
- ۱۱۲..... ۳-۲-۶- راه حل تحلیلی تنش ها و تغییر شکل ها در سطوح پوشش دهی شده تحت بارگذاری عمودی
- ۱۱۴..... ۳-۲-۱- کرنش ها و تنش های زیرسطح
- ۱۱۵..... ۳-۲-۷- راه حل تحلیلی تنش ها و تغییر شکل های سطوح پوشش داده شده تحت بارهای عمودی و مورب
- ۱۱۷..... ۳-۲-۸- تأثیر زبری سطح
- ۱۲۴..... ۳-۲-۹- تنش های پسماند
- ۱۳۰..... ۳-۲-۱- تنش های حرارتی
- ۱۳۳..... ۳-۲-۲- تنش های ذاتی
- ۱۳۵..... ۳-۲-۱۰- تأثیر ترک های فصل مشترک
- ۱۳۷..... ۳-۲-۱- مقیاس ها در تریبولوزی
- ۱۴۱..... ۳-۲-۲- مکانیزم های اصطکاکی ماکرومکانیکی
- ۱۴۳..... ۳-۲-۱- سختی پوشش
- ۱۴۵..... ۳-۲-۲- ضخامت پوشش
- ۱۴۹..... ۳-۲-۱- زبری سطوح
- ۱۵۲..... ۳-۲-۱- براده در فصل مشترک
- ۱۵۵..... ۳-۲-۳- مکانیزم های سایش ماکرومکانیکی
- ۱۷۰..... ۳-۲-۴- مکانیزم های تریبولوژیکی میکرومکانیکی
- ۱۷۱..... ۳-۲-۱- تطبیق سرعت
- ۱۷۳..... ۳-۲-۵- مکانیزم های تریبوشیمیایی
- ۱۷۴..... ۳-۲-۱- تشکیل لایه های میکرونی نازک روی پوشش های سخت
- ۱۷۶..... ۳-۲-۲- اکسید شدن پوشش های نرم
- ۱۷۷..... ۳-۲-۳- تشکیل لایه مرزی فعال در تماس روانکاری شده
- ۱۷۸..... ۳-۲-۶- مکانیزم های انتقال مواد
- ۱۸۰..... ۳-۲-۷- مکانیزم های تریبولوژیکی نانوفیزیکی

۱۸۱.....	۳-۷-۱- نانو اصطکاک و نانوسایش
۱۸۳.....	۳-۷-۲- پوشش های نانولایه
۱۸۴.....	۳-۷-۳- سطوح الماسی و کربن شبه الماسی
۱۸۷.....	۳-۷-۴- کاربردهای سامانه های میکروالکترومکانیکی
۱۸۶.....	مراجع

۲۱۵.....	فصل ۴ ارزیابی و مشخصه یابی پوشش
۲۱۵.....	۴-۱- مقدمه
۲۱۶.....	۴-۲- مشخصات پوشش
۲۱۶.....	۴-۲-۱- سطح پوشش
۲۱۷.....	۴-۲-۲- ضخامت
۲۱۸.....	۴-۲-۳- چسبندگی
۲۱۹.....	۴-۲-۴- مورفولوژی
۲۲۱.....	۴-۲-۵- ترکیب
۲۲۲.....	۴-۲-۶- ترشوندگی
۲۲۳.....	۴-۲-۷- تنش پسماند
۲۲۳.....	۴-۳- مشخصه یابی و ارزیابی خواص پوشش
۲۲۳.....	۴-۳-۱- زبری سطح
۲۲۵.....	۴-۳-۲- ضخامت
۲۳۰.....	۴-۳-۳- ارزیابی خواص مکانیکی
۲۳۰.....	۴-۳-۳-۱- سختی
۲۳۶.....	۴-۳-۳-۲- مدول کشسانی
۲۳۸.....	۴-۳-۳-۳- چقرمگی شکست
۲۴۱.....	۴-۳-۳-۴- تنش پسماند
۲۴۲.....	۴-۳-۳-۵- چسبندگی
۲۵۳.....	۴-۳-۴- ارزیابی های فیزیکی-شیمیایی
۲۵۸.....	۴-۳-۵- ارزیابی تریبولوژیکی
۲۵۸.....	۴-۳-۵-۱- آزمون های لغزش
۲۶۶.....	۴-۳-۵-۲- آزمون فرسایش

۲۶۷	 ۴-۳-۵-۳-آزمون های خستگی اتصال غلطان
۲۶۷	 ۴-۳-۵-۴-آزمون های شبیه سازی آزمایشگاهی
۲۶۹	 ۴-۳-۶-آزمون پرشتاب
۲۷۱	 ۴-۳-۶-۱-نقشه های سایش و روانکاری
۲۷۴	 ۴-۳-۶-۲-کنترل متغیرهای آزمایش
۲۷۵	 ۴-۳-۶-۳-آنالیز مسیر سایش
۲۷۶	 ۴-۳-۷-آزمایش میدانی صنعتی
۲۷۶	 ۴-۳-۸-استاندارد کردن
۲۷۸	 مراجع

پیش‌گفتار مؤلفین

کتاب حاضر اطلاعات مبسوطی در خصوص لایه‌های نازک سطحی، رفتار و کاربردهای بالقوه آنها برای مصارف تریبولوژیکی ارائه می‌دهد. روشهای رسوب‌دهی، مکانیزم‌های تریبولوژیکی، خواص پوشش‌ها، مشخصه‌یابی، روش‌شناسی انتخاب و ارزیابی پوشش‌ها و همچنین برخی مثالهای کاربردی از جمله موضوعاتی است که در این کتاب مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. یک از اهداف این کتاب گردآوری آخرین دستاوردهای علمی در خصوص پوشش‌های تریبولوژیکی در قالب یک کتاب منسجم بوده است.

این کتاب نتیجه پژوهشهای گران‌سنگ حاصل از همیاری گروه پژوهشی تریبولوژی در مرکز پژوهشهای فنی VTT درهل‌سینکی فنلاند و گروه پژوهشی مهندسی سطح در دانشگاه شفیلد انگلستان می‌باشد. این همیاری منجر به ارائه دستاوردهای علمی منسجم در حوزه فرایندهای پوشش‌دهی و تریبولوژی پوشش‌ها شده است.

ویرایش اول این کتاب در سال ۱۹۹۴ میلادی منتشر شد و ویرایش دوم آن پس از بازبینی و توسعه دامنه مطالب منتشر گردید. بخشهای جدیدی که به کتاب اضافه شدند؛ تماماً مربوط به پوشش‌دهی کامپوزیته‌ها، پوشش‌های نانو‌ساختار، مکانیزمهای تماس نانو تریبولوژیکی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی تنش‌ها در سطوح پوشش داده‌شده، تحلیل مکانیک شکست، تولید

محصولات سایش، مکانیزمهای حاکم بر تماس روانکاری شده، پوشش‌های شبه الماسی و دی سولفید مولیبدن، و نهایتاً مثالهایی از انتخاب و کاربردهای پوشش می‌باشد. در متن قبلی، ما سعی کردیم مهمترین آثار منتشر شده در آن زمان را که در کل بیش از ۱۵۰۰ نشریه بود را مورد توجه قرار دهیم و نهایتاً از بیش از ۸۰۰ آنها استفاده کردیم. از آن زمان به بعد رشد قابل توجهی در انتشارات این حوزه مشاهده شد و در کتاب حاضر بیش از ۳۰۰۰ نشریه مورد بررسی دقیق قرار گرفتند که به حدود ۱۷۰۰ مورد از آنها در این ویرایش اشاره شده است.

در این ویرایش نیز همانند ویرایش اول تلاش کرده‌ایم تا مطالب را به زبانی ساده و منطقی ارائه نماییم. ساختار سیستماتیک کتاب قبلی علیرغم افزایش مطالب و تغییرات اعمال شده همچنان پابرجا نگه داشته شده است.

کنت هولمبرگ
الان متیوس

سپتامبر ۲۰۰۸

www.ketab.ir

پیش‌گفتار مترجمین

در جوامع صنعتی امروز، نیاز به مهندسی و کنترل اصطکاک بدلائل مختلف روبه افزایش است. از جمله این دلایل می‌توان به افزایش عمر ماشین آلات، استفاده بهینه از مواد کمیاب و گرانبها، صرفه‌جویی در انرژی و افزایش ایمنی اشاره کرد. اخیراً دانشمندان تریبولوژی برای کنترل اصطکاک و سایش از روش‌های جدیدی استفاده می‌کنند. این روشها عمدتاً شامل استفاده از عملیات سطحی و پوشش‌دهی می‌باشد. این امر باعث ایجاد رشته‌ای جدید با نام مهندسی سطح شده است. سختی، استحکام و ویژگی‌های حرارتی از جمله خواص پوشش هستند که متأثر از مواردی چون ترکیب شیمیایی، ریزساختار ماده، تخلخل و همینطور میزان همگنی ساختار پوشش می‌باشند. همچنین در فصل مشترک بین زیرلایه و پوشش، چسبندگی و استحکام برشی اتصال مهم است. علاوه بر این در سطح پوشش فعالیت شیمیایی و زبری نیز باید مورد توجه قرار گیرند. این کتاب اطلاعات تحلیلی بسیار با ارزشی در مورد رفتار سطحی مواد و مکانیزمهای حاکم در شرایط تماسی در وضعیتهای مختلف تماسی را ارائه می‌دهد که می‌تواند پاسخگوی بسیاری از سوالات پژوهشگران و فعالان صنعت باشد. نویسندگان این کتاب یعنی پروفسور کنث هولمبرگ و الان متیوس از دانشمندان برجسته حوزه تریبولوژی و مهندسی سطح هستند که سالهای زیادی از عمر خود را به مطالعه و تحقیق در این حوزه صرف کرده‌اند. ما از سالها قبل و در خلال فعالیتها و تجاربی که در حوزه مهندسی سطح در عرصه‌های صنعتی

و دانشگاهی داشتیم با این کتاب آشنا شدیم و از مفاهیم این کتاب به دفعات برای بررسی و تحلیل چالش‌های صنعتی که در حوزه‌های طراحی، تعمیر و نگهداری به ما ارجاع می‌شد بهره بردیم. از این رو احساس کردیم وجود یک نسخه فارسی از این کتاب می‌تواند راهنمای ارزنده‌ای برای بسیاری از دانشجویان مهندسی جهت شناخت بیشتر با دانش تریبولوژی بوده و علاوه بر آن گره‌گشای بسیاری از چالش‌های پیش روی فعالان صنعت اعم از طراحان صنعتی و صاحبان صنایع باشد. مطالب این کتاب حوزه وسیعی از مفاهیم و جزئیات در حوزه تریبولوژی را در قالب هفت فصل پوشش می‌دهد. از آنجا که هدف ما از ترجمه این کتاب، شناساندن هرچه بیشتر دانش تریبولوژی و در دسترس قرار دادن آن برای همه دانش پژوهان از جمله دانشجویان و فارغ التحصیلان جوان دانشگاهی بود لذا بمنظور اجتناب از حجیم شدن کتاب در نسخه فارسی ضمن حفظ ساختار کلی کتاب، صرفاً به ارائه مطالب کلیدی و مهم‌ترین کتاب که در فصل‌های ۱، ۲، ۳ و ۵ بیان شده بود، پرداخته شده است. مطالب ارائه شده شامل انواع روش‌های لایه‌نشانی، مکانیزم‌های سایشی، خواص تریبولوژیکی پوشش‌ها و روش‌های مشخصه‌یابی سطح می‌باشد. امید است که این کتاب کمک مؤثری باشد برای دانشجویان مهندسی، طراحان صنعتی و دیگر کسانی که در زمینه پوشش فعالیت می‌کنند.

حامد قربانی
عباس پولادی
احسان مرادپور