بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی نساجی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد تکنولوژی نساجی

طراحی و ساخت دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک پارچه در تمام جهات

نگارش

امیر حائری

اساتید راهنما

دکتر علی اصغر اصغریان جدی و دکتر سیامک سحرخیز

پاییز ۸۶

بسمه تعالی

شماره:
تاریخ: ۸۶/۱۲/۲۰

فرم اطلاعات پایان نامه
کارشناسی ارشد و دکترا

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی

مشخصات دانشجو

نام و نام خانوادگی : امیر حائری دانشجوی آزاد ■ بورسیه □ معادل □

شماره دانشجوئی : ۸۴۱۲۸۰۰۳ دانشکده : مهندسی نساجی رشته تحصیلی: تکنولوژی نساجی

نام و نام خانوادگی اساتید راهنما : دکتر علی اصغر اصغریان جدی- دکتر سیامک سحرخیز

عنوان به فارسی : طراحی و ساخت دستگاه اندازه گیری اصطکاک پارچه در تمام جهات

عنوان به انگلیسی: Design and Fabrication a Ring for Measurement Fabric Friction in MultiDirection

نوع پروژه : کارشناسی ارشد کاربردی ■ بنیادی توسعه‌ای ■ نظری

تاریخ شروع : ۸۵/۷/۱ تاریخ خاتمه : ۸۶/۷/۳۰ تعداد واحد : ۶ واحد

سازمان تامین کننده اعتبار : دانشگاه امیرکبیر

واژگان کلیدی به فارسی : اصطکاک پارچه – اندازه‌گیری – تمام جهات -

واژگان کلیدی به انگلیسی : Fabric Friction-Measurement- Multidirection

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیت پژوهشی دانشگاه :

اساتید راهنما: دکتر علی اصغر اصغریان جدی – دکتر سیامک سحرخیز

دانشجو: امیر حائری

امضاء استاد راهنما : تاریخ : ۸۶/۱۲/۲۱

نسخه ۱ : معاونت پژوهشی

نسخه ۲: کتابخانه و به انضمام دو جلد پایان نامه به منظور تسویه حساب با کتابخانه و مرکز اسناد و مدارک علمی

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر :

منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت .

با سپاس فراوان از اساتید محترم ، جناب آقای دکتر جدی و جناب آقای دکتر سحرخیز که همواره یار و پشتیبان اینجانب بوده و مرا از ارشادات ، راهنمایی‌ها و کمک‌های بی‌دریغ خویش بهره مند ساخته‌اند.

همچنین در این مجال لازم است مراتب سپاسگزاری خویش را از جناب آقای محمدی که در ساخت دستگاه نقش موثری داشته‌اند ، داشته باشم.

در ضمن لازم می‌دانم از مساعدت و همکاری جناب آقای مهندس حمزه ، جناب آقای روهینا ،جناب آقای نوروزی و سرکار خانم مهندس ملکی ، سرکار خانم مهندس رضائی و سرکار خانم مهندس حدادیان کمال تشکر و قدردانی را بنمایم.

.

چکیده

همواری[i]، نرمی[ii] و سفتی[iii] پارچه، سه خاصیتی هستند که رفتار فیزیکی و مکانیکی یک پارچه را مشخص می‌کنند و برای مشخص کردن کیفیت یک پارچه بکار می‌روند. برروی دو خاصیت نرمی و شقی پارچه، که وابسته به میزان فشردگی پارچه و میزان خمش پارچه می‌باشند، بررسی‌های زیادی صورت گرفته است. عاملی که تاثیر زیادی برروی همواری پارچه دارد، عاملی به نام اصطکاک است، به عنوان مثال، هر پارچه‌ای که مقاومت اصطکاکی کمی از خود در برابر حرکت برروی سطح، نشان می‌دهد این پارچه، پارچه‌ای هموار می‌باشد.

تاکنون دستگاه‌های متعددی جهت اندازه‌گیری اصطکاک پارچه ابداع گردیده‌اند ولی با این وجود هیچکدام از دستگاه‌های اندازه‌گیری اصطکاک پارچه، توانایی اندازه‌گیری اصطکاک پارچه در تمام جهات را ندارند. هدف از انجام پروژه حاضر، طراحی و ساخت دستگاهی است که توانایی اندازه‌گیری اصطکاک پارچه در تمام جهات را دارا باشد. دیگر بررسی انجام شده در این پروژه، بررسی تاثیر دو عامل تراکم و نوع بافت برروی اصطکاک پارچه تاری-پودی است که نمونه‌هایی در ۶ نوع بافت مختلف و ۳ تراکم بافت متفاوت تولید گردیده و آزمایشات اصطکاک انجام گرفته‌اند.

نتایج به دست آمده، نشان دهنده این است که دستگاه حاضر، قادر به اندازه‌گیری اصطکاک پارچه در تمام جهات بوده و در هر زاویه‌ای که مورد نظر آزمایشگر باشد می‌توان میزان اصطکاک را اندازه‌گیری کرد. همچنین هر دو عامل نوع بافت و تراکم بافت بر روی اصطکاک پارچه، تاثیر معنا داری را دارند.

---

[i]. Smoothness

[ii]. Softness

[iii]. Stiffness

فهرست مطالب

مقدمه..... ۱

فصل اول

۱- تاثیر پارامترهای مختلف برروی اصطکاک پارچه ۷

۱-۱- تاثیر پارامترهای نخ..... ۷

۱-۱-۱- نوع نخ..... ۷

۱-۱-۲- تاب نخ..... ۷

۱-۱-۳- روش تولید نخ..... ۸

۱-۲- تاثیر پارامترهای مختلف پارچه ۸

۱-۲-۱- نوع بافت..... ۸

۱-۲-۲- تراکم بافت..... ۹

۱-۲-۳- ارتفاع تاج یا تافت لیف..... ۹

۱-۲-۴- روش تولید پارچه..... ۹

۱-۳- تاثیر پارامترهای عملیاتی..... ۱۰

۱-۳-۱- فشار عمودی (نرمال)..... ۱۰

۱-۳-۲- سرعت لغزیدن (سر خوردن) ۱۱

۱-۳-۳- رطوبت..... ۱۱

۱-۳-۴- جنس قطعه لغزنده بالایی ۱۲

۱-۳-۵- زمان نیرو دهی (بارگذاری) ۱۳

۱-۳-۶- آزمایشات تناوبی(تکراری) اصطکاک (سایش) ۱۳

۱-۴- تاثیر تکمیل..... ۱۴

۱-۴-۱- تکمیل شیمیایی..... ۱۴

۱-۴-۲- تکمیل مکانیکی..... ۱۴

۲- دستگاه‌های اندازه‌گیری اصطکاک پارچه..... ۱۶

۲-۱- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک Mercier..... ۱۶

۲-۲- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک Morrow..... ۱۷

۲-۳- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک Dreby ۱۸

۲-۴- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک Schickardt و Wegner..... ۱۹

۲-۵- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک Thorndike و Varley..... ۲۰

۲-۶- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک Wilson ۲۱

۲-۷- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک شرلی ۲۱

۲-۸- دستگاه اندازه گیری اصطکاک Kawabata Evaluation System (KES) ۲۲

۲-۸-۱- اصول دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک و ناهمواری ۲۴

۲-۹- اندازه‌گیری اصطکاک با استفاده از دستگاه اینسترون ۲۶

۲-۱۰- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک و ناهمواری سطح Kothari و همکاران ۲۸

۲-۱۱- دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک FRICTORQ ۲۹

۳- طراحی و ساخت دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک پارچه ۳۳

۳-۱- هدف از ساخت دستگاه ۳۳

۳-۲- طراحی و ساخت دستگاه ۳۵

۳-۳- روش انجام آزمایش‌ها دستگاه اندازه‌گیری اصطکاک پارچه در تمام جهات ۴۰

۳-۳-۱- جنس قطعات بالایی و پایینی جهت انجام آزمایش ۴۱

۳-۳-۲- محل قرارگیری قطعه بالایی ۴۲

۳-۳-۳- سرعت انجام آزمایش ۴۳

۴- تجربیات انجام شده ۴۹

۴-۱- مشخصات پارچه تولید شده ۴۹

۴-۲- دستگاه‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی ۵۲

۴-۲-۱- آزمایش اصطکاک پارچه در تمام جهات ۵۶

۵- تحلیل نتایج بدست آمده از آزمایشات ۵۸

۵-۱- تحلیل نتایج مربوط به آزمایش اصطکاک در تمام جهات ۶۰

۵-۲- تحلیل نتایج مربوط به آزمایش اصطکاک در یک راستا ۶۷

۵-۲-۱- آزمایش اصطکاک در راستای پود ۶۷

۵-۲-۲- آزمایش اصطکاک در راستای تار ۷۱

۶- نتیجه‌گیری کلی ۷۶

مراجع ۸۲

پی‌وست .....

مقدمه‌ای بر اصطکاک

اصطکاک بدین صورت تعریف می‌شود : مقاومتی که یک جسم در برابر حرکت، از خود نشان می‌دهد (شکل ۱-۱). این حرکت می‌تواند بصورت لغزش[i]، غلتش[ii] و یا بصورت یک جریان[iii]، روی جسمی دیگر باشد[۱].

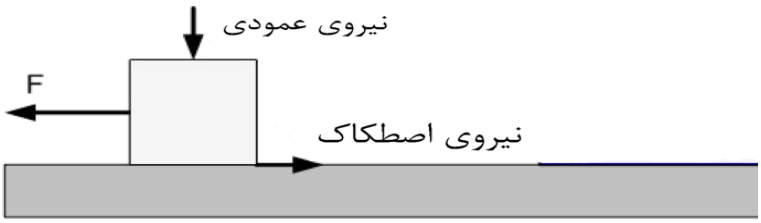
به لحاظ تاریخی طبیعت اصطکاک اول بار توسط لئوناردو داوینچی (Leonardo da Vinci) و همچنین نیوتن بیان گردید[۲].

---

[i]. Sliding

[ii]. Rolling

[iii]. Flowing



شکل ۱-۱ : اصطکاک به عنوان عامل مقاوم دربرابر حرکت [۳]

در مورد اصطکاک سه قانون زیر برقرار می باشد.

۱ - اصطکاک مستقل از سطح ظاهری تماس می‌باشد.

۲ - نیروی اصطکاک متناسب است با نیروی عمودی و همچنین نسبت نیروی اصطکاک به نیروی عمودی، ضریب اصطکاک نامیده می‌شود.

$$\frac{F}{N} = \mu \qquad \text{۱-۱}$$

$$F = \mu.N \qquad \text{۲-۱}$$

که در این روابط F، نیروی اصطکاک و N نیز نیروی عمودی می‌باشد.

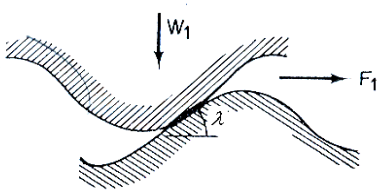
۳ – اصطکاک دینامیکی مستقل از سرعت لغزش یا سر خوردن است. این قانون در مورد اغلب مواد جامد در سرعت‌های پایین رعایت می‌شود ولی همانطور که قبلا نیز بیان گردید این قانون از لحاظ علمی از مقبولیت کمتری برخوردار است.

دو تئوری زیر در مورد اصطکاک قابل بیان است :

۱- تئوری کولمب یا تئوری ناهمواری ۲- تئوری اندرکنش سطحی (Interaction)، که تئوری چسبندگی یا جوش خوردگی نامیده می‌شود[۳].

کولمب اصطکاک را بدین گونه بیان می‌دارد : انرژی اصطکاکی صرف شده در لغزش و سر خوردن، سبب انجام کاری می‌شود برای بلند کردن یک سطح بر روی ناهمواری‌های سطح دیگر[۲].

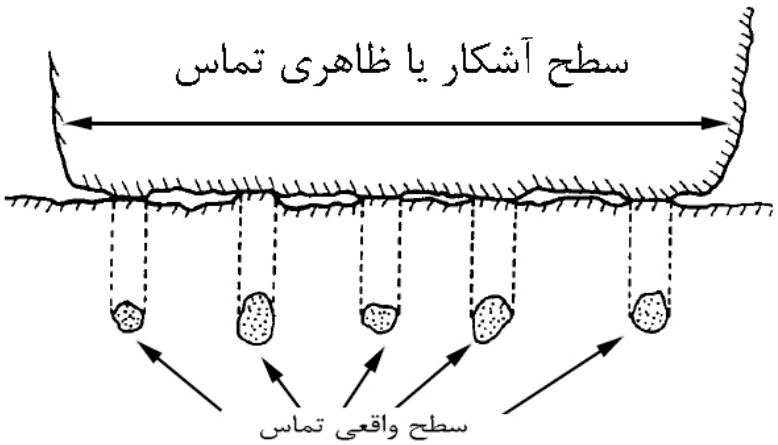
در شکل ۱-۲ این مفهوم مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۲ : عبور ناهمواری دو سطح برروی یکدیگر[۳]

اما از طرف دیگر تمامی سطوح در سطح میکروسکوپیک خشن و زبر هستند، بطوریکه هنگامی که آنها در تماس با هم قرار می‌گیرند، نوک ناهمواری‌ها با هم برخورد پیدا می‌کند، در صورت افزایش نیروی عمودی، ناهمواری‌ها تغییر فرم پیدا خواهند کرد، این تغییر فرم در ابتدا الاستیک و در انتها پلاستیک می‌باشد، حال برای اینکه یک سطح برروی یک سطح دیگر لغزانده شود، بایستی پیوندهای ایجاد شده در محل‌های تماس، جدا (پاره) شوند و از آنجایی که هر پیوندی مقاومت برشی مخصوص خودش را دارد، نیاز به نیرویی است که بتواند بر این نیرو غلبه نماید (شکل ۱-۳). علاوه بر چسبندگی مولکول‌ها، موردی دیگر نیز وجود دارد و آن جزئی بنام Ploughing [i] می‌باشد. پس به عبارت بهتر اصطکاک شامل دو جزء است : ۱- جزء چسبندگی ۲- جزء Ploughing [۳]. این جزء بدین گونه عمل می‌نماید که هرگاه یکی از دو جسمی که برروی یکدیگر می‌لغزند دارای میزان سختی بسیار بالاتر از دیگری باشد، سبب می‌شود که ناهمواری‌های سطح جسم با سختی پایین‌تر بر اثر لغزش دو جسم برروی هم از بین می‌برد[۳].

[i]. این واژه به معنای شخم زدن می باشد



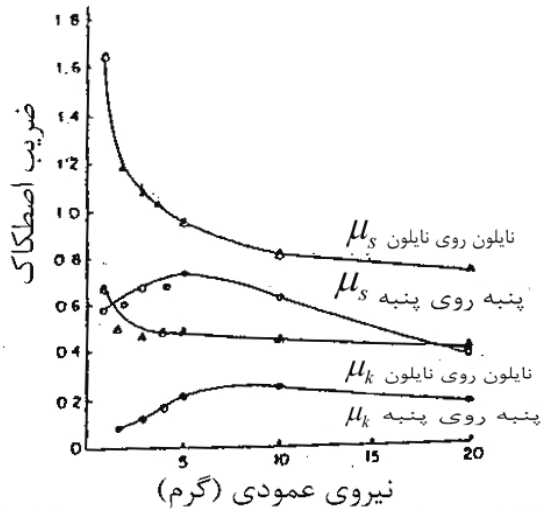
شکل ۱-۳ : تفاوت سطح واقعی و ظاهری تماس[۳]

این جزء دوم در مورد لغزش مواد سخت برروی مواد نرم می‌باشد که سبب از بین رفتن ناهمواری‌های سطح نرم تر توسط ناهمواری‌های جسم سخت‌تر می‌گردد.

مواد نساجی نظیر الیاف، نخ‌ها و پارچه‌ها، از رابطه خطی $F = \mu.N$، پیروی نمی‌کنند[۱و۴و۵و۶و۷]. تئوری عمومی پذیرفته شده برای اصطکاک جامدات (فلزات، پلیمرها و منسوجات) براساس تئوری و مکانیزم چسبندگی می‌باشد. مقاومت اصطکاکی که بین دو سطح در حال تماس ایجاد می‌گردد، ناشی از دو عمل متفاوت می‌باشد :

الف) تداخل مکانیکی بین دو سطح و ب) تمایل به چسبندگی بین برجستگی‌های درگیر شده

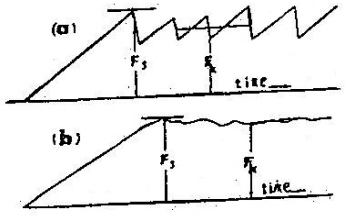
حال در مورد مواد نساجی، بایستی بیان نمود که μ، یعنی ضریب اصطکاک، ممکن است با افزایش نیروی عمودی، زیاد یا کم شود. شکل ۱-۴ نموداری را در این مورد نشان می‌دهد. به عنوان مثال در مورد نایلون در نیروی عمودی کم، با افزایش نیروی عمودی، ضریب اصطکاک سریعا کاسته می‌شود و در نیروهای عمودی زیاد، به یک مقدار ثابت میل می‌کند[۱].



شکل ۱-۴ : نمودار ضریب اصطکاک در برابر نیروی عمودی[۱]

همچنین در مورد پنبه، ابتدا ضریب اصطکاک زیاد شده و سپس کاهش می‌یابد و در نیروهای عمودی زیاد به یک مقدار ثابت، میل می‌کند. کوشش‌های زیادی در نساجی برای رسیدن به رابطه‌ای بین ضریب اصطکاک و نیروی عمودی که اصولا خطی هم نخواهد بود، شده است.

لغزش یک جسم برروی جسمی دیگر تحت بار یکنواخت، غالبا به وسیله حرکت ایست-رو تعیین می‌شود. این پدیده معمولا در سرعت‌های پایین لغزش رخ می‌دهد. به طور کلی حرکت ایست-رو به دو نوع تقسیم‌بندی می‌گردد. یکی اثر ایست-رو منظم و دیگری نامنظم، که این دو در شکل ۱-۵ مشاهده می‌شود[۱].



شکل ۱-۵ : حرکت ایست-رو a) منظم b) نامنظم[۱]

دلیل حرکت ایست-رو، اختلاف بین نیروهای اصطکاک ایستایی و دینامیکی می‌باشد. تفاوت زیادتر سبب لغزش منظم و تفاوت کمتر سبب لغزش نامنظم و حرکتی صاف می‌شود. این پدیده تحت تاثیر زمان و تغییر شکل می‌باشد. زمان تماس بیشتر موجب تغییر حالت بیشتر، به خصوص برای

مواد ویسکوالاستیک می‌شود[۱].

با استفاده از داده‌های بدست آمده از این حرکت می‌توان خصوصیات سطحی پارچه را تعیین کرد. خصوصیاتی چون نیروی اصطکاکی مطابق اولین پیک، تعداد پیک‌ها، تفاوت بین نیروهای اصطکاک ایستایی و دینامیکی و... هر کدام می‌تواند احساسی از لمس پارچه را بیان نماید.

جهت مطالعه بیشتر در زیر زمینه می‌توان به سمیناری که توسط نگارنده ارائه شده است مراجعه نمود[۸].

۱- تاثیر پارامترهای مختلف برروی اصطکاک پارچه

۱-۱- تاثیر پارامترهای نخ

۱-۱-۱- نوع نخ

ویلسون (Wilson)[۶]، درتحقیقات خود به این نتیجه رسید که ساختار نخ تاثیر بسیار زیادی بر میزان اصطکاک دارد. این که نخ استیپل باشد یا فیلامنتی ، درمقدار اصطکاک تاثیر بسزایی دارد و این تاثیر از اثر نوع بافت نیز بیشتر می‌باشد. پارچه‌های تولیدشده از نخ‌های فیلامنتی ، ضریب اصطکاک کمتری را نسبت به پارچه‌های تاری-پودی تولیدشده از الیاف منقطع و استیپل دارد[۹ و۶].

۱-۱-۲- تاب نخ

ساواکی(Sawaki) و نی‌شی‌ماتسو(Nishimatso) [۱۰]، مطالعاتی را برروی رفتار اصطکاکی پارچه‌های خاب‌دار در تاب‌های مختلف نخ پایل (تار) انجام دادند و نتیجه‌ای که به دست آوردند، این بود که با کاهش تاب نخ خاب نیروی اصطکاکی افزایش می‌یابد.

۱-۱-۳- روش تولید نخ

ویژگی‌های اصطکاکی پارچه‌های تافته تولید شده از نخ‌های رینگ وچرخانه‌ای و اصطکاکی وهمپنین پارچه‌های دارای بافت سرژه تولید شده از نخ‌هایی مشابه مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از دستگاه کاواباتا، مقدار μ^{i} اندازه‌گیری گردید. نتایج به دست آمده، حاکی از آن است که میزان μ برای پارچه‌های تافته تولید شده از نخ‌های اصطکاکی، کمترین مقدار را نسبت به دیگر نمونه‌های سرژه وتافته دارا می‌باشد[۱۰].

۱-۲- تاثیر پارامترهای مختلف پارچه

۱-۲-۱- نوع بافت

تحقیقات مختلفی[۱و۷و۱۶و۱۱و۱۲و۱۳و۱۴و۱۵]، در مورد تاثیر ساختار پارچه، از جمله بافت، تراکم و ارتفاع تاج (برآمدگی نخ از سطح پارچه)، روی اصطکاک صورت گرفته‌است. تورن‌دایک (Thorndike) و وارلی (Varley)، تاثیر بافت برروی اصطکاک پارچه را با استفاده از اندازه‌گیری ضریب اصطکاک بین پارچه‌ها بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که تغییرات در ساختار بافت، تاثیر بیشتری نسبت به رطوبت بازیافتی دارد، همچنین با افزایش طول نخ شناور، ضریب اصطکاک ایستایی کاهش می‌یابد[۱۰].

در تحقیق دیگری[۱۰]، خواص اصطکاکی پارچه‌های تافته و سرژه $T\ \frac{1}{3}$، تولید شده با نخ‌های رینگ، توسط دستگاه کاواباتا (KES)، مورد بررسی قرار گرفت، نتیجه بدست آمده در این تحقیق، این بود که پارچه‌های سرژه تولید شده با نخ‌های رینگ،ضریب اصطکاک بالاتری را نسبت به پارچه تافته دارد.

جدی (Jeddi) و همکاران [۱۶]، در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین ساختار پارچه و اصطکاک آن

---

[i] ضریب اصطکاک بین پارچه و steel wire

پرداختند و شاخصی برای اصطکاک پارچه با توجه به ساختار آن یافتند. این شاخص به صورت رابـطه ۱-۱ می‌باشد:

$$FSAI = f\left(\frac{I}{Y_f}\right).f(A_c).f(L_c) \qquad ۱-۱$$

که در این رابطه I تعداد نخ‌هایی است که در یک تکرار بافت در هم می‌روند، Y_f تعداد فلوت‌ها در یک تکرار بافت است، A_c اندازه حفره می‌باشد و L_c نیز طول حفره در مسیر حرکت می‌باشد.

۱-۲-۲- تراکم بافت

آسوانی (Aswani)[۱۰]، برروی تاثیر بافت و تراکم نخ، برروی اصطکاک پارچه روی پارچه، تحقیقاتی را انجام داد، همچنین آجایی (Ajayi)[۱۷]، نیز برروی تاثیر تراکم روی خواص اصطکاکی پارچه‌ها تحقیقاتی را صورت داد. نتیجه بدست آمده توسط وی بدین صورت بود، که با افزایش تراکم نخ در پارچه‌های تاری-پودی، مقاومت اصطکاکی در برابر حرکت نیز افزایش می‌یابد.

۱-۲-۳- ارتفاع تاج یا تافت لیف[i]

آجایی (Ajayi) [۱۷]، در بررسی‌های خود دریافت که، با افزایش ارتفاع تاج نخ، مقاومت اصطکاکی، افزایش می‌یابد و همچنین دامنه حرکت ایست-رو نیز افزایش می‌یابد.

راوندی (Ravandi) و همکاران[۱۵]، حرکت ایست-رو را مورد بررسی قرار داد. نتایج مطالعات آنها در مورد تاثیر فاصله نخ‌های تار و پود، بدین صورت می‌باشد که تعداد پیک‌ها در حرکت ایست-رو برابر با تراکم نخ در راستای پود است، هنگامی که دو پارچه در جهت تار برروی هم سر می‌لغزند.

۱-۲-۴- روش تولید پارچه

عامل دیگری که در میزان اصطکاک پارچه، موثر است، روش تولید پارچه است، که نتایج بدست

[i] . منظور میزان برآمدگی نخ از سطح پارچه می باشد

آمده در تحقیقات نشان از این دارد که پارچه‌های حلقوی و همچنین پارچه‌های متراکم[i]، دارای ضریب اصطکاک بالاتری نسبت به پارچه‌های تاری-پودی هستند[۱۰].

۱-۳- تاثیر پارامترهای عملیاتی

۱-۳-۱- فشار عمودی (نرمال)

آجایی (Ajayi) [۱۷]، در مورد تاثیر متغیرهای عملیاتی، روی پارامترهای اصطکاکی از جمله مقاومت اصطکاکی، تعداد پیک‌ها، دامنه مقاومت و اختلاف بین نیروی دینامیکی و ایستایی تحقیق نموده است. یکی از عواملی که وی تاثیر آن را برروی اصطکاک، بررسی نمود، عامل فشار عمودی بود. وی دریافت که با افزایش فشار عمودی، دامنه مقاومت و همچنین اختلاف بین اصطکاک ایستایی و دینامیکی افزایش می‌یابد، درحالیکه ضریب اصطکاک و تعداد پیک‌های ایست-رو کاهش می‌یابد.

کار (Carr) [۹]، برروی خواص اصطکاکی پارچه‌های مورد استفاده در پوشاک، بررسی‌هایی را صورت داد و دریافت که افزایش فشار عمودی، سبب کاهش ضرایب اصطکاک ایستایی و دینامیکی می‌گردد.

نکته دیگری که در بررسی فشار عمودی برروی اصطکاک بسیار مهم است این است که در این بررسی بایستی به جنس قطعه لغزنده بالایی[ii]، نیز توجه داشت، به عنوان مثال، اگر جنس قطعه لغزنده بالایی، پلی تترافلوئورو اتیلن باشد، ضریب اصطکاک با افزایش فشار عمودی، تغییر نکرده و تقریبا ثابت است[۱۰].

کلپ (Clapp) [۱۰]، در مورد تاثیر فشار عمودی، روی نیروی اصطکاک پارچه با پارچه تحقیق نموده است و وی نیز وابستگی ضریب اصطکاک به فشار عمودی را تصدیق نموده است. کوتاری

---

[i] Tight

[ii] Sled

(Kothari)[۱۰] نیز برروی موضوع تاثیر فشار عمود، روی خواص اصطکاکی پارچه‌های پنبه‌ای مطالعاتی را انجام داده است. وی نیز دریافته است که ضریب اصطکاک پارچه با با افزایش فشار کاهش می‌یابد. محقق دیگری بنام زورک (Zurek)نیز به اینچنین نتایجی، دست یافته است.

رام‌کومار (Ramkumar) [۱۸]، در بررسی‌های خود در مورد بی بافت‌ها، به این نتیجه رسید، که با افزایش فشار عمودی ضریب اصطکاک کاهش می‌یابد.

۱-۳-۲- سرعت لغزیدن (سر خوردن)

نی‌شی‌ماتسو (Nishimatsu) و ساواکی (Sawaki) [۱۰]، رفتار اصطکاکی پارچه‌های خاب‌دار را در سرعت‌های مختلف لغزیدن مطالعه نمودند و دریافتند که، با افزایش سرعت لغزیدن، نیروی اصطکاکی ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد و نکته جالب و مهم، این است که حرکت ایست-رو تنها در سرعت‌های پایین، مشاهده می‌گردد.

رام‌کومار (Ramkumar) [۱۸]، در بررسی‌های خود در مورد بی بافت ها، به این نتیجه رسید، که با افزایش سرعت لغزش، مقدار نیروی اصطکاکی، افزایش می‌یابد.

افزایش اصطکاک ایستایی به این دلیل است که افزایش سرعت، نیروی اولیه باید سبب برش پیوندهای قوی‌تری گردد. در مورد اصطکاک دینامیکی باید گفت که در سرعت‌های تا mm/min ۶۰۰، افزایش سرعت تاثیر زیادی ندارد، ولیکن در سرعت‌های بالاتر، افزایش سرعت، سبب کاهش زمان تماس و در نتیجه کاهش نیروی برشی پیوندها شده و درنتیجه اصطکاک نیز کاهش می‌یابد[۱۸].

۱-۳-۳- رطوبت

نایلر (Naylor)[۱۰]، تحقیقاتی را در مورد تاثیر رطوبت برروی اصطکاک بین پارچه و پوست انسان، انجام داده است. وی نتیجه گرفت که عرق کردن، سبب افزایش ضریب اصطکاک بین پارچه‌های پلی‌اتیلنی و پوست می‌گردد. کمیش (Comaish) و باتمز (Bottoms) [۱۰]، نیز

اصطکاک بین پوست دست و چندین پارچه که با آب، خیس شده بودند را اندازه‌گیری کرد. نتیجه بدست آمده توسط آنها، این بود که نمدار بودن پوست، سبب افزایش اصطکاک بین پوست و پارچه، می‌گردد.

۱-۳-۴- جنس قطعه لغزنده بالایی[i]

اندازه‌گیری اصطکاک پارچه عموما بصورت‌های زیر صورت می‌گیرد :

۱- بین دو پارچه

۲- بین پارچه و یک سطح لغزنده (از جنس استیل یا آلومینیوم یا PTFE[ii])

۳- بین پارچه و یک سطح چسبنده (مثل فوم پلی اورتان)

در بررسی‌های انجام شده نتیجه‌ای بدین گونه بدست آمد که ضرایب اصطکاک در حالت‌های پارچه با پارچه کمتر است از ضریب اصطکاک بین همان پارچه و فوم پلی اورتان و بیشتر است از ضریب اصطکاک بین همان پارچه و یک سطح لغزنده. نکته دیگری که حائز اهمیت است، این است که نیروی عمودی تاثیری متفاوت در هر مورد دارد[۱۰].

آجایی (Ajayi)[۱۷]، اصطکاک پارچه تافته را روی سه سطح پارچه، لاستیک و پلی‌متیل متا اکریلات[iii]، اندازه‌گیری کرد. نتایج وی بدین صورت بود : هر سطح حساسیت متفاوتی را در برابر اصطکاک از خود نشان می‌دهد. اصطکاک پارچه با پارچه، بیشترین حساسیت را دارد و به عنوان بهترین حالت تمیز دهنده اصطکاک پارچه‌های با ساختار مختلف، بکار می‌رود. پلی‌متیل متا اکریلات، بهترین قابلیت تکرار آزمایش را از خود نشان می‌دهد، ولیکن تمیزدهی پلی‌متیل متا اکریلات، ضعیف می‌باشد. همچنین ضریب اصطکاک بین پارچه و

---

[i]. Sled

[ii].پلی تترا فلوئورو اتیلن

[iii]. PMMA