دراسة تأثير استخدام الأمواج فوق الصوتية في معالجة الاقمشة الممزوجة (قطن / بوليستر) ببعض مؤخرات اللهب الفوسفورية

طالبة الدراسات العليا: فرح الأخرس

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث

اشراف الدكتور: زياد سفور

ملخص البحث :

تصنّف أقمشة الحماية كجزء مهم من الأقمشة التقنية والتي تعرّف بأنها الأقمشة المصممة لتحمي مرتديها من تأثيرات البيئة المحيطة ، وبما أن جميع الألياف الطبيعية منها والصناعية تتميز بأنها مواد قابلة للاشتعال اتجه الاهتمام على المعالجة الكيميائية لهذه الألياف لحماية مرتديها من خطر الاحتراق.

لذلك قمنا في هذا البحث بإضافة خاصية تأخير اللهب لأقمشة ممزوجة (قطن / بوليستر) ذات تركيب نسيجي مبرد وذلك عن طريق المعالجة بالأمواج فوق الصوتية.

حيث تمت معالجة الأقمشة ببعض مؤخرات اللهب الفوسفورية وتطبيقها على الأقمشة باستخدام طريقتين : الطريقة التقليدية (الباد – التجفيف – التعتيق) وطريقة المعالجة باستخدام الأمواج فوق الصوتية (غمر – تجفيف – تعتيق) والمقارنة بين الطريقتين السابقتين في فعالية تأخير اللهب للأقمشة، وفي المرحلة التالية تم اختبار تأخير اللهب للأقمشة من أجل معرفة فعالية وأهمية استخدام الأمواج فوق الصوتية في المعالجة وكانت النتائج جيدة من حيث تأخير اللهب والحد من انتشاره.

كما قمنا باختبار ثباتية المعالجة لتأخير اللهب تجاه الغسيل للعينات المعالجة غير أن النتائج كانت غير ايجابية وتأثرت العينات بعملية الغسيل ولم تعطي فعالية لتأخير اللهب.

كلمات مفتاحية : تأخير اللهب ، أقمشة ممزوجة ، مؤخرات اللهب الفوسفورية ، الأمواج فوق الصوتية .

Study the effect of using ultrasonic waves in treating blended fabrics (cotton / polyester) by some phosphorous flame retarders.

Abstract:

The protective fabrics are classified as an important part of technical fabrics, which are defined as fabrics designed to protect who wear them from the effects of the environment, and since all natural and synthetic fibers are characterized as flammable materials, attention has been directed to the chemical processing of these fibers to protect the wearer from the risk of burning.

Therefore, in this search, we have added, the flame retardant properties to blended fabrics (cotton/polyester) with a twill texture by means of ultrasound wave.
The fabrics were treated with some phosphorous flame retarders and applied them to fabrics by using two methods: the conventional method(pad-dry-cure) and the method of treatment using ultrasound (pad-dry-cure) and a comparison between the two previous methods in the effectiveness of flame retardation of fabric , and in the next step the flame retardation of fabrics was tested, In order to know the activity and importance of using ultrasound in the treatment, and the results were good in terms of flame retarding and reducing its spread.

Also, we tested the fastness to washing of the flame retarding of the treated samples. However, the results were not good and the samples were affected by the washing process and did not give efficacy to the flame retardant.

Keyword:

Flame retardant, Blended fabric , Phosphorous flame retarders, Ultrasound waves.

1- مقدمة :

تعد جميع الألياف النسيجية الطبيعية منها والصناعية المستخدمة في صناعة أقمشة الملابس ، أقمشة الأثاث المنزلي ، أقمشة الاستخدامات اليومية (كأغطية الأسرة ، أغطية الوسائد ، السجاد وغيرها) مواد قابلة للاشتعال ، حيث أن أياً منها لا يتمتع بطبيعته بخاصية منع انتشار اللهب ولذلك فإنها تسبب خطر الاحتراق خلال استخدام المنتجات النسيجية المصنعة منها.

من ناحية أخرى ، فإن الأقمشة المصنوعة من الألياف السيللوزية تحترق بسرعة وينتقل اللهب بسرعة على طول النسيج ، أما ألياف البوليستر إذا تعرضت للهب فإنها تنكمش ثم تنصهر وتترك خلفها بقايا سوداء متصلبة ويلاحظ أن ألياف البوليستر المنصهرة تسبب حروقاً خطيرة .

تعد ملابس الأطفال الأكثر عرضة لهذه الأخطار و كذلك رمي بقايا السجائر بدون اهتمام أدى في كثير من الأحيان إلى حرائق مفجعة تسببت بشكل مؤسف في إصابة ومقتل العديد من الأفراد .

لذلك تم بذل العديد من الجهود من أجل جعل الأقمشة مؤخرة للهب لكي تصبح أكثر أماناً عند الاستخدام ، حيث تحدد قوانين وأنظمة حكومية الشروط الأساسية التي يجب أن تمتلكها الملابس والمواد النسيجية بشكل عام وخاصة تلك المستخدمة في قطاع ملابس الأطفال وملابس النوم [12,3,2].

وبدأ التقدم في هذا المجال حديثاً وكان يستهدف الأغراض التالية :

• إعطاء مقاومة ضد الاحتراق والتوهج للأقمشة السيللوزية.

• إيجاد المواد المناسبة التي تستخدم بتركيز مقبول حتى لا تؤثر على ملمس الخامة ولا تؤثر في زيادة وزنها .

• إيجاد المركبات المناسبة التي لا تؤثر على متانة الخامة وكذلك سهولة خلطها مع مواد التجهيز الأخرى .

• عدم تكوين طبقة تمنع مرور الهواء وبخار الماء .

• ألا يكون لها تأثيراً فيزيولوجياً ضاراً بالجلد للمستهلك عند استعمالها أو العامل عند تحضيرها .

ولقد لوحظ وجود ثلاث طرق لصناعة مواد نسيجية مؤخرة للهب وهي :

1) خلط ألياف قادرة بطبيعتها على تأخير اللهب مع الألياف الأخرى أو استخدام هذه الألياف المؤخرة للهب في صناعة المواد النسيجية .

2) إدخال المواد المؤخرة للهب ضمن البوليميرات ومن ثم الغزل للحصول على ألياف مؤخرة للهب

3) تطبيق المواد المؤخرة للهب على الأقمشة كمعالجة نهائية بتقنية (الباد التجفيف أو – الباد التجفيف التعتيق). ومن بين هذه الطرق تستخدم الطريقة الثالثة بشكل واسع [13].

1-1-آليات مؤخرات اللهب وأنواعها :

يبين (الشكل 1) كيفية إجراء الاحتراق على شكل نظام دارة مغلقة والذي يتوقف عند نقاط مختلفة لتشكيل مؤخر للهب. ليكون ذلك حقيقياً لابد من أن يدخل مؤخر اللهب مع نظام الدارة المغلقة في واحد أو أكثر من الطرق التالية :

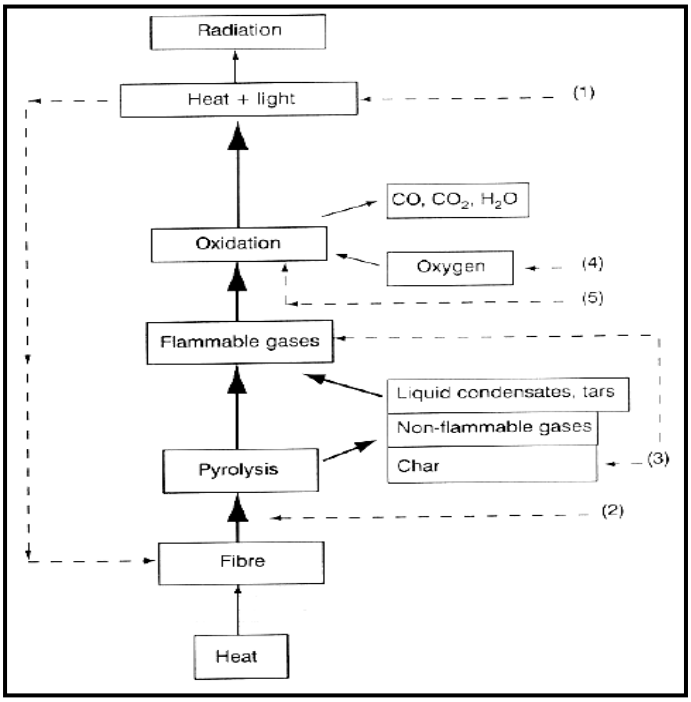
(1)انتزاع الحرارة: مثلاً مواد عضوية أو غير عضوية حاوية على الفوسفور ، هيدروكسيد الألمنيوم

(2)رفع درجة حرارة التفكك Tp والتي عندها يتشكل الكثير من المواد الطيارة : لا يتم ذلك فقط عن طريق مؤخرات اللهب ولكن بشكل أساسي عن طريق ألياف مقاومة للهب والحرارة مثل (ألياف الأراميد).

3)تخفيض كمية الغازات القابلة للاحتراق وتعزيز تشكل الفحم ، يجب أن يحدث ذلك عند درجات حرارة منخفضة بحيث لا يحدث الاشتعال، ومن هذه المواد مؤخرات اللهب الحاوية على فوسفور وآزوت على السيللوز والصوف ، والمعقدات المعدنية الثقيلة على الصوف.

4)منع المزيد من الأوكسجين من الوصول إلى اللهب أو تمديد غازات الوقود في اللهب إلى تراكيز أقل من تلك التي لا تدعم الاحتراق ، ومن هذه المواد مؤخرات اللهب المميهة hydrated التي تحرر الماء ومؤخرات اللهب الحاوية على هالوجين والتي تحرر الهالوجين.

5)رفع درجة حرارة الاحتراق للوقود : تستخدم مؤخرات لهب حاوية على هالوجين وأحياناً ترفق بأكاسيد الأنتموان .



الشكل 1: إجراء الاحتراق على شكل نظام دارة مغلقة

نادراً ما تعمل مؤخرات اللهب بطريقة واحدة. من المتعارف عليه حالياً الإشارة إلى أن نشاطها المؤخر يعمل إما في الطور المكثف condensed phase كما في الحالات

(1) و (2) و (3) ، وإما في الطور الغازي vapor phase كما في الحالتين (4) و (5) أو كليهما [5,4،11].

1-2-دراسة مرجعية عن معالجة الأقمشة الممزوجة (قطن\بوليستر) ضد اللهب:

وجد الباحثون في جامعة Guelph في أونتاريو في كندا ، أن شوارد الفوسفات فعالة في تأخير التوهج اللاحق خلال دراسات تأخير اللهب للأقمشة القطنية ، أقمشة رايون الفسكوز، الأقمشة الممزوجة من (البولستر \ القطن) وأقمشة البوليستر[9].

كما وجدوا أيضاً أن المركبات الفوسفورية العضوية تعدّ بشكل عام غير فعالة كمواد تأخير التوهج اللاحق ،كما أن الشوارد القلوية المعدنية تعزز وتزيد من التوهج اللاحق للأقمشة النسيجية.

وفي عام 1980 تم انتاج ألياف تدعى بألياف trevira cs لشركة Hoechst وهي من البولستر المعدل المزود بقدرة داخلية على تأخير اللهب إضافةً إلى تمتع هذه الألياف بالراحة والأمان ، فالمنسوجات المصنوعة من هذه الألياف والخيوط تحمل العلامة التجارية Trevira CS وهي مثبطة للهب بشكل دائم ، حيث يتم فيها دمج مركب فوسفوري عضوي ضمن البولستر ، ويترافق هذا الأمر مع نقص خفيف في المتانة ومقاومة الاحتكاك المرن بينما يحتفظ الليف ببقية خواصه الأساسية ، ففي حالة البولستر العادي تؤدي القطرات المنصهرة المتساقطة من القماش إلى احتراق ثانوي بينما لا ينطبق هذا الأمر على ألياف trevira cs .

درس كل من johnson و Moore معدل احتراق القطن وخليط القطن والبولستر (50/50) بوجود تراكيز منخفضة إلى متوسطة من فوسفات النتروجين ثنائي الأمونيوم و \ أو رباعي بروم فتالات ثنائي الأمونيوم باستخدام أداة تحليل قابلية الاشتعال الذي طوره معهد أبحاث النسيج ، و يتألف الجهاز بشكل أساسي من دولاب دوار ذي سرعات متغيرة موضوع ضمن نظام يتمتع بالقدرة على التحكم بالظروف الجوية داخل هذا الجهاز، و تم

خلال الدراسة حرق عينات القماش باتجاه السداء وذلك بالوضعية الأفقية أو الشاقولية عند درجات مختلفة لتركيز الأوكسجين ، كما تم أيضاً قياس معدل الاحتراق [8].

و عند حرق هذه الأقمشة في الوضعية الأفقية لوحظ تحسن في معدل الاحتراق عند تراكيز منخفضة للمواد المؤخرة للهب الفوسفورية أو البرومية على الأقمشة القطنية 100 %أو الأقمشة الممزوجة من القطن والبولستر(50 \ 50) ، وعند زيادة الإضافات الفوسفورية حتى (% 2,5) أو البروم حتى(3%) انخفض معدل الاحتراق للقماش القطني والقماش الممزوج مع زيادة محتوى المواد المؤخرة للهب.

1-3-الأمواج فوق الصوتية وتطبيقاتها في المعالجات الرطبة للمواد النسيجية:

تعتبر الطاقة فوق الصوتية فرعاً من فروع علم الصوتيات العام، علم التذبذب الميكانيكي للأوساط الصلبة والسائلة والغازية ، وهي عبارة عن اضطراب ميكانيكي يتحرك كموجة انضغاطية عبر وسط ما، تنتشر عبر الغازات ، السوائل ، النسج الرخوة (لحم ، عضو) أو الأجسام الصلبة والتي ترددها أعلى من 17000هرتز .

يأتي هذا الاسم من تردد هذه الأمواج ، فهو أعلى بكثير من مجال الترددات التي تسمعها الأذن البشرية، وبنفس الطريقة نجد أن مصطلح " تحت الصوت" تشير إلى الأصوات التي يكون ترددها ضعيفاً جداً بحيث لا يمكن للأذن البشرية إدراكه.

إن الموجة ذات التردد المحصور ضمن المجال [20 -17000 Hz]عبارة عن موجة صوتية ممكن سماعها بالأذن البشرية ، أما الموجة تحت الصوتية Infrasonic فهي عبارة عن موجة صوتية ترددها أقل من 20Hz ومن غير الممكن سماعها بالأذن البشرية، والموجة فوق الصوتية ultrasound (ultrasonic) wave تملك ترددات أكبر من 17000 Hz وهي أيضاً غير مسموعة.

في التشخيصات السريرية ، تستخدم الأمواج فوق الصوتية ذات الترددات المحصورة بين [1-20] MHz.

أما القيمة المرغوبة لتردد الأمواج فوق الصوتية في المعالجات الرطبة في مجال النسيج حوالي (42 KHz) .

– التطبيقات :

ان تطبيقات الأمواج فوق الصوتية متنوعة :

على سبيل المثال في مجال النسيج : استخدمت الطاقة فوق الصّوتية في عمليات التحضير المختلفة للنسيج مثل إزالة النشاء، التنظيف، التبييض، والصباغة والعمليات المساعدة، مثل التعقيم والغسيل وكذلك الصباغة والمعالجات النهائية [6] .

وفي السنوات العشرين الأخيرة نفذت على المستوى التجريبي العديد من الدراسات على صباغة وغسيل الألياف الطبيعية والاصطناعية بمساعدة الأمواج فوق الصوتية.

تولد الموجات فوق الصوتية الشديدة المارة في السوائل فجوات صغيرة تسمى فجوات صوتية acoustic cavitations سرعان ما تتضخم و تنفجر في الداخل مولدة طاقة حرارية عالية.

وأول من تعرف على هذه التأثيرات للموجات فوق السمعية المارة في السوائل هو العالم ألفريد ل لويس سنة 1937 ، وفي الثمانينات احتلت هذه الظاهرة موقعاً مناسباً نتيجةً للتطور الذي حدث على الأجهزة المولدة للأمواج فوق الصوتية ذات الشدة العالية. و يتم توليد هذه التجاويف عن طريق الموجات فوق الصوتية المركزة في السوائل، حيث أن مثل هذه الموجات نتيجة لتأثيرها الضغطي من خلال مراحل الضغط والتخلخل الذي تولده في السائل يمكنها من تشكيل فقاعات (تجاويف) بقطر 100ميكرون تنفجر هذه الفقاعات بشدة داخل السائل في أقل من ميكرو ثانية مسخنة محتوياتها إلى درجة حرارية عالية .

تنشأ التأثيرات الفيزيائية للموجات فوق الصوتية من خلال المراحل الفيزيائية التي تولد وتضخ وتفجر التجاويف المحتوية على الأبخرة والغازات داخل السائل، وهذه الموجات الصوتية تتركب من أشواط من الضغط والتخلخل ، ففي خلال شوط الضغط يتم تسليط ضغط إيجابي على السائل يدفع الجزيئات للتقرب من بعضها أما من خلال شوط التخلخل فإن الضغط السلبي يؤدي إلى سحب وتباعد الجزيئات عن بعضها، وخلال شوط التخلخل للموجة الصوتية ذات الشدة المناسبة يمكن أن تتشكل أو تتولد هذه التجاويف.

عندما يتم تعريض سائل حاوٍ على غاز منحل لأمواج فوق صوتية قوية تحدث ظاهرة معروفة باسم الفجوات الصوتية acoustic cavitations التي تتميز بتشكل فقاعات

صغيرة جداً كثيرة ، حيث تتعرض الفقاعات للتمدد والتقلص المتكرر تبعاً لتقلب الضغط الذي تولده الموجة فوق الصوتية ،و تتحطم أو تنهار بعض الفقاعات بشكل عنيف عند طور انقباض (تقلص) الموجة فوق الصوتية، كما تزداد درجة الحرارة والضغط داخل الفقاعات حتى 5000 K و 300 atm على التوالي أو أكثر عند التحطم العنيف للفقاعات، ونظراً لدرجة الحرارة والضغط المرتفع داخل الفقاعات خلال التحطم الشديد يحدث تفكك لبخار الماء داخل الفقاعات وتتشكل نواتج كيميائية كجذور OH, O و H إضافةً إلى جزيئات H2O2 و O3 [10] .

يوفر استخدام الطاقة فوق الصوتية في المعالجة الرطبة للمنسوجات الكثير من الإيجابيات. وقد أوضحت دراسات سابقة أن استخدام الطاقة فوق الصوتية في الصباغة يعطي الفوائد التالية:

1- توفير الطاقة والتقليل من زمن المعالجة.

2- التحسينات البيئية .

3- تحسين المعالجة.

4- تقليل تكاليف المعالجة ككل [7] .

2- هدف البحث:

1- استخدام الأمواج فوق الصوتية في معالجة الأقمشة لتأخير اللهب وذلك لتقليل زمن الاحتراق ما أمكن والتقليل من استهلاك الطاقة اللازمة في عمليات التسخين.

2- إجراء الاختبارات اللازمة لتحديد فعالية تأخير اللهب للأقمشة الممزوجة المعالجة.

3- إجراء اختبارات تتعلق بدراسة بعض خصائص الثباتية للنسيج المعالج كالثباتية تجاه الغسيل.

3- خطة البحث :

يتضمن إجراء البحث المراحل الأساسية التالية :

1-إجراء التحليل الكيميائي للعينات الممزوجة للكشف عن نسبة المزج (قطن/بوليستر).

2-نزع النشاء من العينات.

3-معالجة الأقمشة الممزوجة بالمواد الفوسفورية بطريقتين:

أ- الطريقة التقليدية (غمر في حوض الفولار + عصر+ تجفيف)

ب-الطريقة المعدلة(غمر في المحلول داخل جهاز الأمواج فوق الصوتية + عصر+ تجفيف)

4-إجراء اختبارات اللهب للعينات المعالجة بالطريقتين.

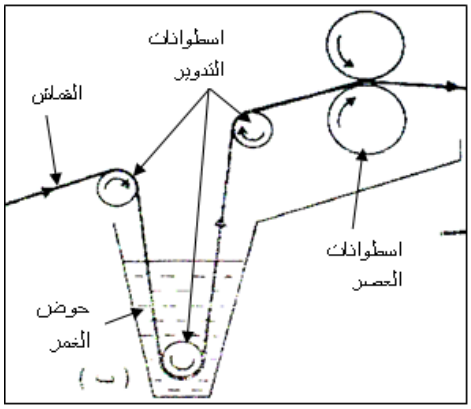
5-إجراء اختبار الثباتية تجاه الغسيل للعينات المعالجة بالطريقتين.

4- الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث :

1-الة الغمر والعصر (البادر-الفولار):

تعد آلة الغمر والعصر (الانكليزية Padder والفرنسية Foulard) من الآلات المستخدمة على نطاق واسع في المعالجات الرطبة للأقمشة كعمليات التجهيز للصباغة والطباعة وعمليات الصباغة والطباعة وكذلك عمليات المعالجة النهائية للمنسوجات ، حيث تتطلب كل هذه العمليات تطبيق أوساط سائلة على الأقمشة . تستخدم آلات الغمر والعصر لهذا الغرض سواء كان ذلك بإجراءات مستمرة أم نصف مستمرة على الأقمشة مفرودة العرض. تتكون آلة الغمر والعصر كما هو موضح في الشكل (2) من حوض الغمر الذي يحوي السائل المراد تطبيقه على القماش ، ثم تليه أسطوانات العصر وهي عبارة عن درافيل أسطوانية معدنية مغطاة بطبقة من المطاط ويتراوح عدد الدرافيل من 2 إلى4 . تقوم هذه

الاسطوانات بتطبيق ضغط ميكانيكي على القماش ويهدف ذلك إلى نزع الكمية الفائضة من السائل المطبق عن طريق الضغط الميكانيكي على كامل عرض القماش وهذا يؤدي إلى ارتفاع تركيز السائل في القماش وتوزيعه بشكل متجانس على كامل القماش.



الشكل 2: يوضح المخطط العام لآلة الغمر أو العصر

2-حجيرة التجفيف :هذا الجهاز من شركة SDL international ،انظر الشكل:

الشكل 3 : شكل توضيحي لحجيرة التجفيف

يتيح هذا الجهاز إمكانية التحكم بدرجة الحرارة مع ضبط الزمن (ثانية ،دقيقة ،ساعة) حيث يمكن استخدامه في تجفيف العينات وتعتيقها في درجات حرارة مرتفعة وضمن فترات زمنية مضبوطة، ويمكن استخدام الجهاز لتخزين العينات القماشية .

3-جهاز الأمواج فوق الصوتية:

يتكون الجهاز من حوض من الستانلس ستيل سعته العظمى (2500 mL) مثبت ضمن هيكل الجهاز البلاستيكي كما يوجد لوحة تحكم تحتوي على شاشة رقمية وعدة أزرار :
زر التسخين – زر ضبط مدة الأمواج فوق الصوتية – زري off\on.
تردد الأمواج فوق الصوتية التي يعطيها الجهاز (42kHz) و درجة الحرارة العظمى التي يصل اليها الجهاز هي (60 C°) وذلك بتشغيل زر بالتسخين و الأمواج معاً.

الشكل 4 : شكل توضيحي لجهاز الأمواج فوق الصوتية

5- المواد المستخدمة في البحث :

1-المواد الكيميائية:

أ- مواد التجهيز الأولي :

هيدروكسيد الصوديوم: NaOH

يستخدم في نزع النشاء والشوائب المرافقة للسيليلوز مثل(أشباه الشموع وغيرها...) وهو يتواجد كمادة صلبة.

ب- مواد التجهيز لتأخير اللهب:

1-(NaH_2PO_4) Sodium Hydrogen Phosphate

2- $(NH_4)_2HPO_4$ di-Ammonium Hydrogen Orthophosphate

3-$(Na_4P_2O_7)$ tetra-Sodium Pyro Phosphate

4- $(NH_4)H_2PO_4$ Ammonium di Hydrogen Orthophosphate

5 – يوريا (مادة مساعدة) CH_4N_2O

6-حمض الفوسفور H_3PO_4

2-عينات النسيج الممزوجة (مواصفاتها):

تمت التجارب على عينة نسيج ممزوجة (قطن / بوليستر) ذات تركيب نسيجي مبرد وبعد إجراء التحليل الكيميائي للعينة الذي أجريناه في المخبر باستخدام الفينول تبين لنا أن العينة ممزوجة بنسبة 77% قطن و23% بوليستر.

وزن المتر المربع للعينة بالغرام الثقلي : 259غ/م2

حيث أن وزن المتر المربع بالغرام الثقلي = 10000 * وزن العينة بالغرام / مساحة العينة بالسنتيمتر المربع .

تم استخدام عدة عينات من القماش وبأبعاد (25 x 8.7 cm) لكل عينة حسب الاختبار الذي قام به Sanders الذي يشتمل على تقريب شعلة اللهب لمدة ثلاث ثواني من عينات اختبار أبعادها (10×3.5) إنش معلقة بشكل عمودي.

حيث قمنا في البداية بعملية ازالة النشاء وأشباه الشموع وذلك باستخدام محلول يحوي على الماء وماءات الصوديوم NaoH .

6- طرق البحث :

6-1-التجهيز الأولي للعينات :

6-1-1: نزع النشاء من العينات:

إنّ وجود النشاء في النسيج يجعله قاسياً ومن ثم يعيق المعالجات المختلفة الأخرى أثناء المعالجات النهائية .

تعتبر عملية إزالة النشاء من النسيج القطني والتي تجري بواسطة الحموض والعوامل المؤكسدة أو القلويات طويلة جداً ولتجنب تخريب السليلوز تستخدم هذه المركبات بتراكيز منخفضة جداً ويمكن لعملية إزالة النشاء أن تجرى كمرحلة منفصلة أو بالمشاركة مع عمليات أخرى والجدول التالي يبين كميات المواد المستخدمة لنزع النشاء:

الجدول(1): وصفة ازالة النشاء

نسبة الحوض	ماءات الصوديوم (%من وزن العينة)	حمض الخل للتعديل Gr/L
40:1	4	2

وبعد تحضير المحاليل حسب الجدول تغلى كل عينة في المحلول الخاص بها لمدة 20 دقيقة ثم يتم إخراج العينة وإجراء عملية غسيل بالماء الفاتر الحاوي على حمض الخل وبعد ذلك تجفف أو تترك لتجف.

6-2-تحضير المواد والأوساط المطبقة:[2,1]

قمنا باختيار طريقة التحضير التالية لاعتبارها الأنسب (من حيث فعالية مقاومة الاحتراق وتقليل أثر حمض الفوسفور على متانة السيللوز أقل ما يمكن) بعد الاطلاع على عدة طرق لتحضير طريقة اجراء التجربة :

الجدول (2) المواد المستخدمة للمعالجة:

حمض الفوسفور	مادة مؤخرة للهب	يوريا (مادة مساعدة)
75gr/L	200gr/L	50gr/L

ومن أجل اختبارات تقييم مقارنة الاحتراق التي سوف نمر بها لاحقا" سنقوم بقص عينات على شكل شرائط بالأبعاد التالية: (8,7×25) cm أي (3,5×10) انش وعينات أخرى لمعالجتها باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية بأبعاد cm (30×30) لكل عينة ونقوم بالتجهيز النهائي لتأخير اللهب باستخدام المواد المؤخرة للهب المتوفرة بالإضافة إلى اليوريا وحمض الفوسفور بجميع العينات حسب المحاليل المحضرة التالية :

A1-عينة مجهزة بمادة فوسفات الصوديوم الحامضية Sodium Hydrogen Phosphate (NaH_2PO_4) بالطريقة التقليدية

B1-عينة مجهزة بمادة فوسفات الأمونيوم الثنائية di-Ammonium Hydrogen Orthophosphate $(NH_4)_2HPO_4$ بالطريقة التقليدية

C1-عينة مجهزة بمادة فوسفات رباعي الصوديوم tetra-Sodium Pyro Phosphate $Na_4P_2O_7$ بالطريقة التقليدية

D1-عينة مجهزة بمادة فوسفات الأمونيوم Ammonium di Hydrogen Orthophosphate $(NH_4)H_2PO_4$ بالطريقة التقليدية

A2–عينة مجهزة بمادة فوسفات الصوديوم الحامضية Sodium Hydrogen Phosphate (NaH_2PO_4) بالطريقة المعدلة

B2–عينة مجهزة بمادة فوسفات الأمونيوم الثنائية di–Ammonium Hydrogen Orthophosphate $(NH_4)_2HPO_4$ بالطريقة المعدلة

C2–عينة مجهزة بمادة فوسفات رباعي الصوديوم tetra–Sodium Pyro Phosphate $Na_4P_2O_7$ بالطريقة المعدلة

D2–عينة مجهزة بمادة فوسفات الأمونيوم Ammonium di Hydrogen Orthophosphate $(NH_4)H_2PO_4$ بالطريقة المعدلة

6–3–طرق المعالجة:

6–3–1–المعالجة بالطريقة التقليدية: غمر في حوض الفولار+ عصر+ تجفيف (مجفف°C 80 لمدة 15 دقيقة):

يتم غمر العينات في محلول التشريب لمدة ربع ساعة بدرجة (°95C) للعينات ثم نقوم بالغسيل بالماء البارد وتعصر على الفولار ويتم التجفيف في المجفف بدرجة حرارة (°80C) لمدة (15) دقيقة ثم التصلب والتعتيق لمدة خمس دقائق فقط في الدرجة (°120C) وفقاً للأجراء (باد–تجفيف–تعتيق) (pad–dry–cure) ونقوم بإجراء اختبار اللهب.

6–3–2المعالجة بالطريقة المعدلة:(غمر في المحلول داخل جهاز الأمواج فوق الصوتية + عصر+ تجفيف):

يتم غمر العينات في محلول التشريب داخل الجهاز ونقوم بتشغيل زر الأمواج لمدة ربع ساعة وتكون درجة الحرارة (°60C) وبعد الانتهاء من المعالجة نقوم بغسل العينة بالماء البارد وتعصر على الفولار ويتم التجفيف في المجفف بدرجة حرارة (°80C) لمدة 15

دقيقة ثم التعتيق لمدة خمس دقائق فقط عند الدرجة (120C°) وفقاً للإجراء (Pad–dry–cure) ونقوم بإجراء اختبار اللهب.

6–4– اختبارات تأخير اللهب :

6–4–1–اختبارSanders: يشتمل الاختبار الذي قام به Sanders على تقريب شعلة اللهب لمدة ثلاث ثواني من عينات اختبار أبعادها (3.5×10) إنش معلقة بشكل عمودي ويتم اعتبار أن العينة قد تخطت هذا الاختبار بنجاح إذا كان:

1–طول الاحتراق المتوسط (في حال الانصهار أو الاحتراق) لخمس عينات لا يتعدى (7انش) والذي يساوي 17.5سم.

2– ولا عينة تحترق بطولها الكامل.

3– ألا يتخطى زمن الاحتراق الثانوي (RFt) (زمن التوهج) لكل عينة مفردة مدة 10 ثواني ، وتسمى العينات التي فشلت في تحقيق الشرط الثالث ب RFt failures .

6–4–2–اختبار الكبريت : حسب AATCC34–1969 (الجمعية الأمريكية لكيميائيين النسيج – اختبار مقاومة الحريق للأقمشة) فإن اختبار الكبريت هو اختبار غير معياري ، وبشروط أقسى من اختبار اللهب العمودي، وفيه كان القماش نفس الحجم الخاص باختبار اللهب العمودي ، ولقد تم تعليق القماش بشكل حر في جهاز اختبار اللهب واستخدام عود كبريت لإشعال الحافة السفلية بكاملها ، فإذا كان من الممكن إطفاء اللهب ضمن طول 3 انش من القماش فإن القماش ينجح في الاختبار. يحظى أداء الأقمشة خلال اختبار الكبريت باهتمام كبير حيث يعتقد ان الخصائص التي تمكن القماش من النجاح تعبّر نسبياً عن تلك الخصائص الخاصة باختبار اللهب العمودي وهذا يتعلق بدرجة حرارة الاشتعال خلال الاختبار .

6-5-اختبار الثباتية تجاه الغسيل:

قمنا باختبار الثباتية للغسيل للعينات جميعها لمعرفة ثباتية المعالجة لتأخير اللهب لعمليات الغسيل فأجرينا الاختبار التالي :حسب ISO C01 تمت العملية في الدرجة (40c) لمدة 30 دقيقة وبإضافة (5gr/l) من مادة منظفة(الصابون) بحيث تكون نسبة الحمام (1:50) وتماثل هذه العملية عملية غسيل منزلية واحدة.

7 – النتائج:

7-1:نتائج اختبار اللهب:

الجدول(3) يوضح نتائج اختبار اللهب للعينات المعالجة بالطريقة التقليدية:

رقم العينة	نتيجة الاحتراق حسب ساندرس	طبيعة الاشتعال	طول الاحتراق (mm)	زمن التوهج(زمن الاحتراق الثانوي) sec
A1	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد ازالة الهب	3	2
B1	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد ازالة الهب	3	3
C1	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	3	لا يوجد
D1	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	3	لا يوجد

الجدول(4) يوضح نتائج اختبار اللهب للعينات المعالجة بالطريقة المعدلة:

رقم العينة	نتيجة الاحتراق حسب ساندرس	طبيعة الاشتعال	طول الاحتراق (mm)	زمن التوهج(زمن الاحتراق الثانوي) sec
A2	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	2	لا يوجد
B2	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	1	لا يوجد
C2	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	1	لا يوجد
D2	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	2	لا يوجد

7-2:نتائج اختبار الثباتية تجاه الغسيل:

لاحظنا أن عملية الغسيل أثرت سلباً على المعالجة النهائية لتأخير اللهب بالنسبة للعينات فجميع هذه العينات تأثرت بعملية الغسيل ولم تعطي فعالية لتأخير اللهب حيث أن جميع النتائج كانت فاشلة والعينات احترقت بالكامل.

8- مناقشة النتائج :

يمكن تلخيص وتوضيح النتائج السابقة كما يلي:

1-تبين لدينا من خلال التجارب أن استخدام الأمواج فوق الصوتية أعطى فعالية أفضل لتأخير اللهب والحد من انتشاره للأقمشة الممزوجة مقارنة بالطريقة التقليدية في المعالجة باستخدام نفس المحاليل المحضرة من المواد الفوسفورية السابقة جميعها حيث انخفض طول الاحتراق وزمن التوهج .

2- ان اضافة حمض الفوسفور للمادة المؤخرة للهب يعتبر ضروري كعامل ربط بين المادة المؤخرة للهب والعينات النسيجية.

3- تحتاج المعالجة النهائية لتأخير اللهب لعملية تعتيق بهدف تثبيت فعالية تأخير اللهب.

2-أما بالنسبة لعملية الغسيل فإنها أثرت سلباً على المعالجة النهائية لتأخير اللهب وذلك باستخدام الطريقتين السابقتين في المعالجة وذلك بسبب أن المركبات الفوسفورية ذوابة في الماء وبالتالي فان أثر المعالجة النهائية ضد اللهب يكون مؤقتاً وقدرة تأخير اللهب التي تمنحها للأقمشة يتناقص خلال عمليات الغسيل اللاحقة.

9- المقترحات :

1) نقترح استخدام أقمشة أخرى مختلفة في نسبة مزج (قطن-بوليستر) والمقارنة مع القماش المستخدم في الدراسة.

2) نقترح استخدام أقمشة أخرى مختلفة في التركيب النسيجي والمقارنة مع القماش المستخدم في الدراسة.

3) نقترح العمل في مجال تحسين الثباتية تجاه الغسيل للأقمشة الممزوجة المعالجة باستخدام الأمواج فوق الصوتية.

10- المراجع:

- **المراجع العربية:**

1) بكر ؛ حسين ، النجار ؛ عهد ، المعالجة النهائية للمنسوجات – الجزء العملي، الطبعة الأولى ، منشورات جامعة البعث ، 2010 .

2) بكر ؛ حسين ، المعالجة النهائية للمنسوجات – الجزء النظري ، الطبعة الأولى ، منشورات جامعة البعث ، 2010 .

● **المراجع الأجنبية:**

3) W.B. HARRISON, Textile Progress Protective Clothing, Manchester Metrpolitan University,UK, (1992).

4) A R Horrocks and S C Anand, HANDBOOK OF TECHNICAL TEXTILES, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, (2000).

5) Charles Tomasino, Chemistry & Technology of Fabric Preparation & Finishing, Department of Textile Engineering, Chemistry & Science College of Textiles North Carolina State University Raleigh , North Carolina,(1992).

6) Erhan Öner , Inci Baser and Kamil Acer (1995).Use of Ultrasonic Energy in Reactive Dyeing of Cellulosic Fabics, JSDC Volume 111,279-281.

7) H. W. Beckham, W.W.Carr, S. Michielsen, J. Good, T. Merriman, J. Zhan, Gary Mock , Bob McCall, David Klutz (1996). Fundamental Investigation of Ultrasonic Effects in Textile Wet Processig, National Textile Center Annual Report, 143-151.

8) J.R. Johnson , D. R. Moore (1973) . Effect of Phosphorus and Bromine on Burning Rates for Cotton and a Polyester / Cotton Blend1 , Textile Research Journal, Volume 43 Issue 10, 561-567.

9) M. A . Kasem and H . R . Richards (1972) . Flame – Retardant For Fabrics , Department of consumer studies , University of Guelph , Canada.

10) C.Karaboga, A. E. Körlü, K. Duran, M.i.Bahtiyari (2007) . Use of Ultrasonic Technology in Enzymatic Pretreatment Processes of Cotton Fabrics, FIBER & TEXTILES in Estern Europe , Vol. 15, No. 4 (63), 97-100.

11) Catalogue, Flame Retardants "Frequently Asked Questions" , The European Flame Retardants Associations (EFRA),2004.

12) S.GAAN, V.SALIMOVA, P.RUPPER,A.RITTER AND H.SCHMID .Flame Retardant Functional Textiles , Swiss Federal Laboratories for Testing and Research , Switzerland , 2011.

13) Kartick K. Samanta, Santanu Basak, and S.K. Chattopadhyay .Sustainable Flame-Retardant Finishing of Textiles Advancement in Technology from Handbook of Sustainable Apparel Production, Publisher: CRC Press , London, 2015.

Registered office: 5 Howick Place, London SW1P 1WG, UK