

تركيب الأقمشة الغير منسوجة
استخدام خاصية النفاذية الضوئية في تقدير تركيب أنواع مختلفة من الأقمشة
الغير منسوجة

STRUCTURE OF NONWOVEN FABRICS
UTILIZATION OF PHOTOMETRIC METHODS IN STUDYING THE STRUCTURE
OF DIFFERENT TYPES OF NONWOVENS

By

Dr. A. El-Hedidy
Textile Eng. Dept.

Dr. M. El-Zalabany
Elec. Com. Eng. Dept.
Mansoura University, Faculty of Engineering.

ABSTRACT:

The structure of nonwoven fabrics could be assessed by making use of a photometric method. The anisotropy of tested fabrics has been studied in terms of optical density (D); percentage transmission (% T); and percentage absorption (% A), we have constructed an experimental set-up that is versatile to test and assess several fabric parameters of practical importance, as uniformity and isotropicity.

It was found that for tested fabrics the packing density coefficient (\emptyset) and percentage transmission (% T) are well correlated. The percentage transmission decreases with the increase of mass per unit area (G), and the ranking correlation coefficient $R = -1$, and highly significant at the 5% level, while the percentage absorption (% A) tends to be high for high values of mass per unit area (G) and (R) reaches to unity.

Also it has been found that, photometric measurements could be used instead of mechanical measurements in studying the structure of tested fabrics, both gave results that are strongly correlated to each other. Also it was found that the coefficient of variation (CV% - cut and weight method) and coefficient of variation (CV% - percentage transmission), has very high correlation ($R = 0.96$). The results stress the appropriateness of the suggested method for nondestructive assessment of nonwoven structure. Moreover this method is directly applicable in production lines. The novel method is easy and saves much time and effort.

الخلاصه:

في بحوث سابقه (٧-١) أمكن اقتراح نماذج تصف تركيب الأقمشة الغير منسوجة ميكانيكا (لباد الأبر)، وفي هذا البحث أقترحت طريقه جديده تعتمد على نظرية الامرار الضوئى والتي تعد أسرع وغير مكلفه للوقت أو الجهد، وغير متلفه للعينات، وصالحه لاختبار أنواع وأصناف مختلفه من الأقمشة الغير منسوجه (ميكانيكية - كيميائية - حراريه - غيرها) وذلك في حدود من ٨٠ الى ٥٨٠ جم/م^٢.

تم تحديد حجم عينه الاختبار التي تعطى خطأ $\pm 2\%$ عند حدود ثقه ٩٥% لكل نوع على حده من الأقمشة المختاره، وصم جهاز لقياس نفاذية الضوء خلال عينات الاختبار، ومن خلال التجارب المعطية أمكن التوصل الى :-

أ) ارتباط دليل تركيب القماش الغير منسوج (Φ) مع دليل نفاذيه الضرب (T %) بقوة ارتباط عاليه .

ب) ارتباط كل من معامل الاختلاف في وزن المتر المربع بطريقه أقطع ثم وزن والتي تعد مقياسا للانتظاميه مع نظيره في نفاذيه الضرب وكانت قوة الارتباط $R = 0.96$ ، مما يؤكد صلاحية الطريقه المقترحه لتقييم ظاهره الانتظاميه دون ائلاف للعينات كما ثبت اتفاق ذلك مع نتائج سابقه (٨) .

ج) ارتباط وزن المتر المربع (G) بكل من نسبة النفاذيه (T %) ونسبة الامتصاص (A %) بقوة ارتباط تام ($R = \pm 1$) مع الاولى عكسيا ومع الثانيه طرديا .

د) ثبت ان قيم نسبة النفاذيه (T %) داله في الاتجاه ، شأنها شأن بقية الطسرق الميكانيكيه المعروفة والمستخدمه لتقييم خاصية الانزوتروبيا .

١- مقدمه :

تعد الأقمشة الغير منسوجه (Nonwoven Fabrics) من أحدث الطرق الغير تقليديه لانتاج الأقمشة ، ويعتبر عام ١٩٤٢ البدايه الصناعيه لانتاج هذه النوعيه الجديده من المنتجات النسيجه وفيها يتم تحويل الشعيرات النسيجه مباشرة الى أقمشة مسطحه دون المرور بعمليات غزل الخيوط أو تحضيرات النسيج أو النسيج التقليدي وعليه فان الخواص الطبيعيه والميكانيكيه لهذه المنتجات الجديده تتأثر مباشرة بخواص مكوناتها وكذا بتوزيع هذه المكونات وهذا ما اتفق على تسميته بتركيب الاقمشة الغير منسوجه Structure of Nonwovens وطبقا لحجم هذه المكونات ينقسم هذا التركيب الى Macro-Structure و Micro-Structure .

وخواص الاقمشة الغير منسوجه تعتمد قبل كل شيء على خواص المادة الخام التي تتكون منها ، وكذا على خواص المادة اللاصقه ، وعلى توزيع كل من الشعيرات والسواد اللاصقه في القماش النهائي ، وعلى شكل نقط ربط الشعيرات معا ، وهناك دراسات متعدده للربط بين خواص الشعيرات النسيجه ، وطرق الربط الكيماويه وخواص الأقمشة نفسها وبالطبع فان هذه الدراسات تمت تحت ظروف معينه وكذلك لطرق انتاج محدده وكتب عن ذلك كثيرون (١ ، ٢ ، ٣) وهذا معناه انه للان لا توجد طريقه موضوعيه Objective Method يمكن ان تخدم تعريف تركيب الاقمشة الغير منسوجه بدون علاقات وسيطه (٤) .

ولا شك ان دراسه تركيب الأقمشة الغير منسوجه بالرغم من أهميته لكلا من المنتجين والمستهلكين لها يعد عمليه معقده جدا ويلزمها طرق - أكثرها غير مباشره - لتقدير هذا التركيب منها الطرق الميكانيكيه (٥ ، ٦) والتي تعد ممله ومعقده وطويله ومتعبه ومهلكه للقماش نفسه بالإضافة الى أنها مستنتجه من العديد من الافتراضات والتجاوزات الرياضيه ، ومنها الطرق الضوئيه (٨ ، ٩ ، ١٠) التي تعتبر أسرع وغير مكلفه للوقت أو الجهد وغير مثله للعينات بل ولا تلمسها ، وشكل (١) يمثل العلاقات المتداخله لكلا من الشعيرات النسيجه وطرق التصنيع وتأثير ذلك على تركيب القماش الناتج .

بينما شكل (٢) يوضح رسماً تخطيطياً لنظريه الامرار الضوئي وكيفية استخدامها في تقدير تركيب القماش الغير منسوج والتي تعتمد على اساس انه عند مرور حزمه ضوئيه خلال مقطع محدد لعينه من القماش الغير منسوج فان النسبه بين شدة الضوء الخارج من العينه الى شدة الضوء الساقط عليها تتناسب عكسياً مع وزن المتر المربع من القماش المختبر.

٢- الجزء النظري:

ان امتصاص موجات الضوء بواسطة خامه ما يعتمد على العديد من العوامل منها نوع الخامه، طريقة التصنيع، وطرق تجهيز هذه الخامه، ويعتبر قانون Beer (12) من أكثر طرق القياس استخداماً ويعبر عنه بالعلاقه:

$$I = I_0 e^{-Gnd} \quad \dots\dots\dots(1)$$

حيث I_0 = شدة الضوء لل منبع الاصلى قبل المرور على القماش (mA) ،

I = شدة الضوء بعد المرور خلال القماش (mA) ،

n = تركيز ماده (القماش) المعرضه للضوء (م^{-٣}) ،

d = سمك ماده (القماش) المعرضه للضوء (م) ،

G = معامل يمكن استخدامه لوصف نوع القماش كما يعبر عن مساحه مقطع العينه (م^٢)

والذى يعبر عنه مشتقاً من المعادله (١) هكذا:

$$G = \frac{-1}{nd} \ln (I/I_0) \quad \dots\dots\dots(2)$$

كما يمكن استخدام العلاقات التاليه :-

الكثافه الضوئيه:

$$D = \log I_0/I \quad \dots\dots\dots(3)$$

ونسبة النفاذيه:

$$\%T = (I/I_0) 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

ونسبة الامتصاص:

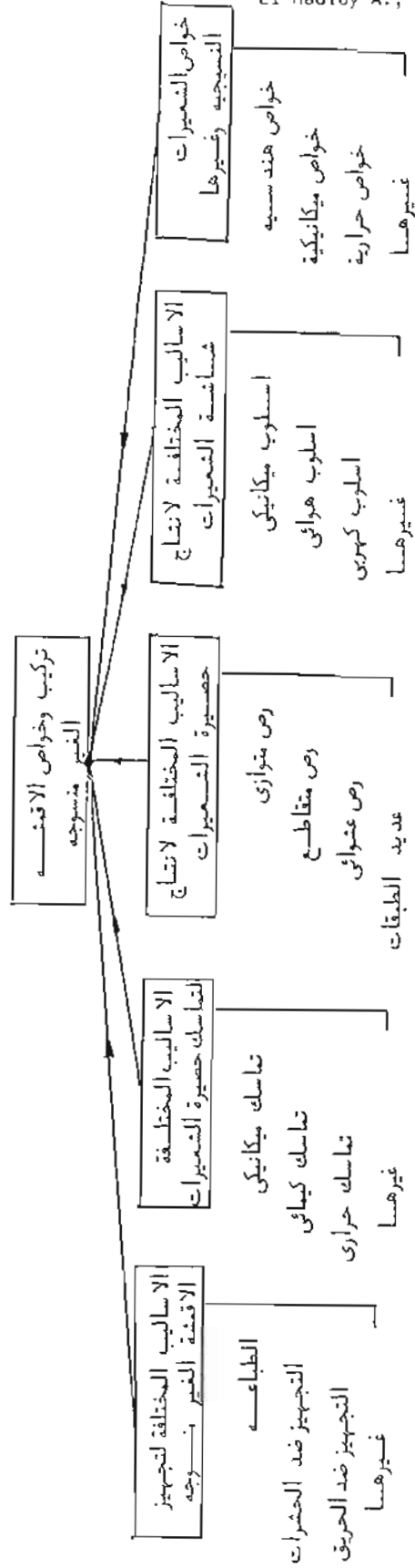
$$\%A = ((I_0-I)/I_0) 100 \quad \dots\dots\dots(5)$$

ويمكن استخدام العلاقات السابقه في وصف تركيب القماش الغير منسوج عند الاخذ فى الاعتبار التوصيات التاليه :-

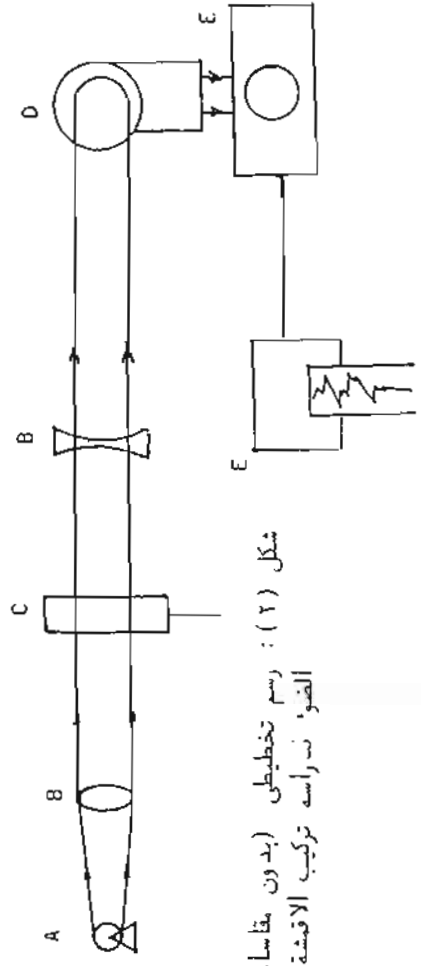
١- اعتماد مقطع الامتصاص (G) على تردد موجات الضوء والذى يمكن التغاضى عنه فى حالة ثبوت عدم وجود اختلاف امتصاصى للالياف النسيجييه المكونه للقماش على التردد وفى نطاق ترددات الضوء ولهذا السبب تم استخدام منبع ضوء أبيض.

٢- لعينات الاقمشه المختبره تم اعتبار المعامل (G) دليلاً لكل نوع من هذه العينات يصف تركيبها وكذلك طريقه معالجتها النهائيه.

٣- اعتبر الرمز (n) دليلاً على كثافة ماده العينه ومدى تماسكها (Density and Compactness)



شكل (١) : يوضح العلاقات المتداخلة لخواص الشعيرات النسيجية وعمليات التصنيع والتجهيز وتأثيرها على خواص وتركيب الاقنسة الغير منسوجة.



شكل (٢) : رسم تخطيطى (بدون مقاسات) يوضح نظريه استخدام الضوء لدراسة تركيب الاقنسة الغير منسوجة (٩).

- A = A stabilized source of light,
- B = An optical system to control the light,
- C = Sample attachment,
- D = A photoelectric cell, and
- E = Suitable meters and recording instruments to measure the current variations and produce an anisotropy trace.

٣- الجزء العملي :

قبل اجراء أى اختبار يجب ان نعلم ونحدد مقدما ما يلي :-

- (أ) عدد القراءات (Sample size),
 (ب) طريقة سحب العينات (Sampling),
 (ج) طريقة القياس المناسبه (Test Method).

٣-١ تحديد عدد القراءات اللازمه لاختبارات النفاذيه الضوئيه :

لتحديد عدد القراءات التى تكفى للوصول الى نتيجته يعتمد عليها فلا بد من تحديد درجة الفقه المطلوبه من النتائج وكذا نسبة الخطأ المسموح به فى التجربه، مثلا كم قراءة نفاذيه ضوئيه يمكنها ان تعطى متوسطا صحيحا فى حدود $\pm 2\%$ ولا تتغير قيمته فى 95% من المرات أو المحاولات التالیه، لذلك تم اختيار المواصفات القياسيه التشيكيه CSN 800301 لتحديد هذا العدد - كما سيأتى شرحه تفصيلىا فى بند ٤-١ وذلك عند الشروط التالیه :

- (أ) تم تثبيت شدة ضوء المنبع الاصلى (I_0) والتى تناظر شدة تيار الخليه الضوئيه بحيث تساوى دائما 1.57 مللى أمبير مع تثبيت بعد المصدر الضوئى عن عينه الاختبار عند 40 سم، وبذلك حصلنا على بقعه ضوئيه مساحتها 1 سم² على سطح القماش.
 (ب) تم اختبار وقياس شدة الضوء النافذ من عينه القماش الغير منسوج فى اتجاهات مختلفه صفره، 45° ، 90° على الترتيب مقاسه من اتجاه الماكينه وعلى طول ثابت فى العينه مقدارها 3.5 سم.

(ج) قيم شدة التيار (I) المقاسه تم ايجاد متوسطها الحسابى (\bar{x}) وانحرافها المعيارى (S) وكذا معامل الاختلاف ($cv\%$).

٣-٢ طريقه سحب العينات اللازمه لاختبارات النفاذيه الضوئيه :

طريقه سحب العينات خضعت للمفهوم السائد عند اختبارات الاقمشه الغير منسوجه والمشرح تفصيلىا فى مرجع (١٠)، ثم تم تتبع الخواص التالیه للعينات المسحوبه :

(أ) كتله المتر الطولى Linear Density (g/m)

$$m_L = \frac{m \times 10^3}{L} \quad (\text{kg/m}) \quad \dots\dots\dots(6)$$

ومنها حسب Tex القماش المختبر هكذا :

$$\text{Tex} = 10^{-6} m_L \quad (\text{tex}) \quad \dots\dots\dots(7)$$

(ب) كتله المتر المربع Surface Density (g/m^2)
 $G = \frac{m \times 10^6}{L \times W} \quad (\text{g/m}^2) \quad \dots\dots\dots(8)$

فى العلاقات السابقه تم الاشاره الى طول العينه بالرمز (L) وللعرض (W) ويعبر عنهم بوحدهات (سم).

عند تقدير كتلة المتر المربع تم سحب عدد (١٠) عينات مساحتها 10×10 سم وتم ايجاد كل من \bar{x} ، S ، $CV\%$ لها وتم استخدام النظام القياسي التشيكي (١٣) للحكم على انتظامية القماش المستخدم والتي فيه:

- قيم $CV\%$ حتى 5% تشير الى كون القماش المختبر منتظم جدا،
 وقيم $CV\%$ فوق 5% وحتى 10% تشير الى ان القماش المختبر منتظم،
 وقيم $CV\%$ فوق 10% وحتى 15% تشير الى ان القماش المختبر مقبول الانتظاميه،
 وقيم $CV\%$ فوق 15% وحتى 20% تشير الى ان القماش المختبر سيء الانتظاميه.

ولاختبار مدى صلاحية الطريقة المقترحة لدراسة تركيب القماش الغير منسوج تم اختيار واختبار عدد كبير من الاصناف التي ينتج بعضها محليا وبعضها يتم تصنيعه في الخارج وقد شمل هذا الانواع والاصناف التالية:

- (١) أقمشة غير منسوجة ميكانيكيا (لباد الابر ذو أوزان مختلفه ومن خامات مختلفة)،
- (٢) أقمشة غير منسوجة ومثبته كيميائيا (أقمشة الحشو ذو أوزان مختلفه ومن خامات مختلفه)،
- (٣) أقمشة غير منسوجة ومثبته ميكانيكيا وكيميائيا معا (صنف واحد - ١٤٦ جم/م^٢)،
- (٤) أقمشة غير منسوجة ومثبته حراريا (صنف واحد - ٥٨٠ جم/م^٢)،
- (٥) أقمشة غير منسوجة ومثبته ميكانيكيا بأسلوب Arachna (صنف واحد - ٢٠٠ جم/م^٢)،
- (٦) أقمشة غير منسوجة بأسلوب Spun-Bonded (صنف واحد - ٤٠٠ جم/م^٢) .

والاصناف والانواع السابقه استخدم في تصنيعها الخامات النسيجه التاليه:

- (١) بوليستر ٤ر٤ د ٠ تكس بطول ٩٠ مم .
- (٢) فسكوز (قصير) + ١٥% مطاط طبيعي للتثبيت،
- (٣) شعيرات معاد تفتيحها تضم القطن والصوف والفسكوز بأطوال مختلفه،
- (٤) شعيرات الياق تركيبه (بولي أميد وبولي ايثيلين) .

تم أيضا حساب دلائل تركيب الاقمشة الغير منسوجه التاليه:

(أ) معامل التعيينه

$$\Phi = \frac{\text{Fabric Density}}{\text{Fibre Density}} = \frac{\rho_F}{\rho_f} \quad \dots\dots\dots(9)$$

ومنه تم حساب نفاذية الهواء

$$P = (1 - \Phi) 100 \quad \dots\dots\dots(10)$$

٣-٣-٣ طريقة القياس:

٣-٣-٣-١ تحقيق النظام العملي للقياس الضوئي:

Experimental set-up of optical Measuring system

يعتمد النظام العملي للقياس على استخدام مصدر ضوئي يتم تجميع أشعته لتمر خلال مساحة محددة من سطح العينه . ثم تسقط الاشعه النافذة من العينه على سطح كاشف الضوئي الذي يقوم بتحويل الطاقه الضوئيه الساقطه عليه الى تيار كهربى تتناسب

شدته مع شدة الضوء السبب له . يقاس هذا التيار بواسطة مللي أميتر أو ميكرو أميتر وشكل (٣) يوضح مكونات النظام العملي للقياس الضوئي وهذه المكونات هي :

أولاً : المصدر الضوئي :

استخدمنا في هذا البحث مصدر ضوئي عادي عبارته عن مصباح ذات الفتيلة من النوع المستخدم في الكشافات الضوئية في السيارات . وقد فضلنا استخدام هذا المصدر الضوئي على استخدام أجهزة الليزر المتاحة لدينا للأسباب الآتية :

١- ضالة قدرة أجهزة الليزر المتاحة لدينا وهي من نوع هليوم - نيون والتي تقل قدرتها عن واحد مللي وات من الضوء الاحمر وحيد اللون طوله الموجي (6328 \AA) في الوقت الذي تعطينا لمبات الكشافات ذات التيار المستمر والجهد المنخفض عشسرات أو مئات الواطات من القدرة الثابتة على المدى الترددي المرئي ، وكذلك على جزء من مدى ترددات الاشعة تحت الحمراء بتوزيع طيفي مستمر .

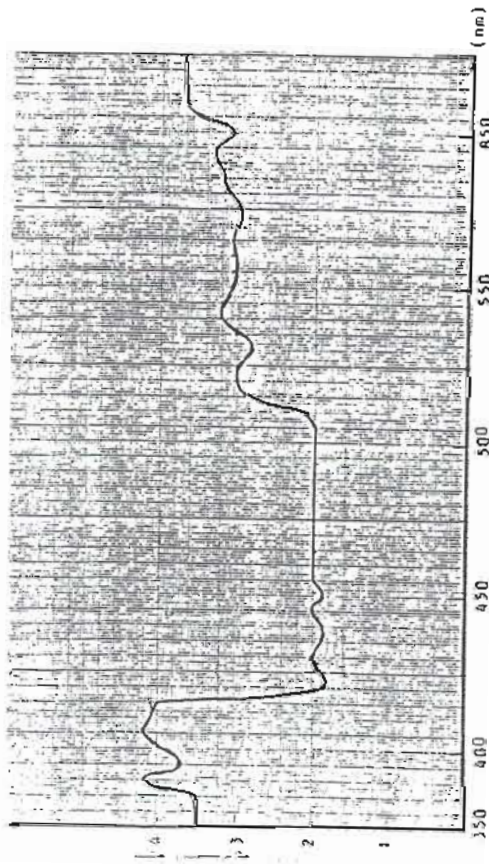
٢- قمنا بقياس طيف الامتصاص للعينات المستخدمة في هذا البحث وثبت لنا عدم وجود نطاقات امتصاص مميزة أو خطية شكل (٤) والتي تدل في حالة وجودها على خاصية الامتصاص الانتقائي (Frequency selective absorption). وقد ترتب على استبعاد الامتصاص الانتقائي للترددات خلال الحيز المرئي للاشعة الضوئية في العينات الى اعطاء الفرصة لامكانية استخدام مصادر ضوئية نطقية (حرارية) ذات توزيع ترددي مستمر وبببر ذلك عدم الالتزام باستخدام مصادر الضوء المتضام (Coherent light) ذات التردد الوحيد والتركيز العالي .

٣- يتميز شعاع معظم أجهزة الليزر بتوزيع شدة الاضاءة على مساحة مقطع الشعاع ذي النمط الغالب في الاحداثيات الاسطوانية (Dominant mode $E(o,o,m)$) طبقاً لتوزيع جاوس الذي لا يحقق تساوي التوزيع على مساحة مقطع الشعاع بل يجعله يتناقص أسياً كلما بعدنا عن مركز الشعاع . طبقاً للمعادلة $(P = P_0 e^{-ax^2})$ حيث (P_0) هي كثافة القدرة عن مركز الشعاع . وحيث أننا حددنا مساحة مقطع الشعاع عند العينة في حدود ١ سم^٢ ، فقد وجدنا أن الشعاع الصادر من المصدر العادي المستخدم أكثر تجانساً من شعاع الليزر ذي النمط الغالب وذلك في حدود المساحة المذكورة من سطح العينة .

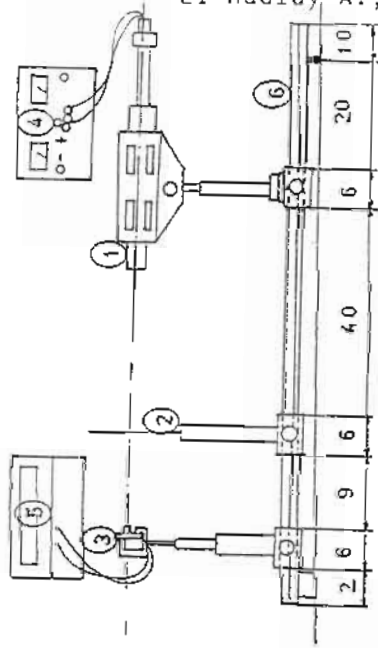
ولهذه الاسباب الثلاثة المذكورة فضلنا استخدام مصدر ضوئي عادي (حراري) رغم انفراد أجهزة الليزر بهذا الاستخدام فيما وصل اليها من أبحاث منشورة في هذا الشأن (١٤ ، ١٥ ، ١٦) . وسوف نقوم بدراسة مقارنة للنتائج باستخدام الطريقتين في بحث آخر .

ثانياً : الكاشف الضوئي : Photodetector

استخدمنا في هذا البحث كاشف ضوئي من نوع الخلايا الضوئية طراز VISOLUX الألماني رقم APY 12 III المتوفر لدينا وقمنا بقياس ورسم منحنى خصائص الاستجابة لهذا الكاشف على المدى المستخدم من شدة الضوء بعد مروره خلال العينه والتي تتغير على مدى خمسة

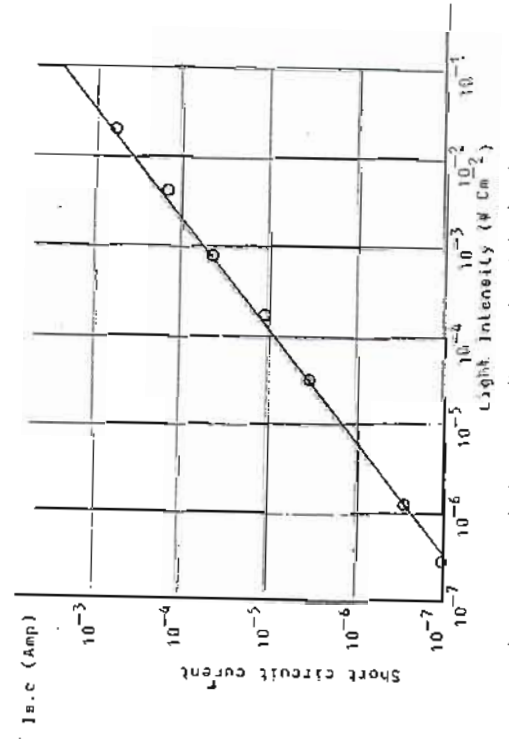


شكل (١) : منحنى خصائص الانفاذية الضوئية (I%) للناش النير مشوح (إبار الأبر ١٦٠ جم/ل) الطول الموجي () (nm)



شكل (٢) : يوضح الجهاز المستخدم لتقدير تركيب الناش النير مشوح

- 1) Light Source 6V, 5A,
- 2) Monochrom Sample, holder,
- 3) Photoelectric Cell,
- 4) KENWOOD -PR63U, DC Power Supply,
- 5) Digital Multimeter 1302,
- 6) Mechanical Micro-metric Control.



شكل (٣) : منحنى استجابة الكاثود الضوئي (الملاقة بين التيار Is.c. وشدة الضوء).

عقود كاملة ($10^{-6} - 10^{-7} \text{ W/cm}^2$) وأثبتنا العلاقة الخطية بين شدة الضوء الساقط على سطح الكاشف والنتاج في الدائرة الكهربية على مدى 6 عقود كاملة من شدة الضوء مما سهل عملية القياس أثناء البحث.

ثالثاً : قياس ومعايرة خصائص الاستجابة المحولة-Transfer characteristic) للكاشف الضوئي :
تمت عملية القياس باستخدام الأجهزة والمكونات التالية :

- (أ) نفس المصدر الضوئي المستخدم خلال البحث.
- (ب) جهاز ليزر غازي هليوم نيون بطول موجي 6328 \AA وقدره ضوئية 0.6 mW لمعايرة شدة ضوء المصدر الضوئي المستخدم.
- (ج) مرشح ضوئي محايد ذو نفاذية 20% neutral filter 20%.
- (د) الكاشف الضوئي المراد قياس خصائصه.
- (هـ) جهاز مللي أميتر وميكرو أميتر.

وقد تمت خطوات قياس خصائص الاستجابة المحولة للكاشف على النحو التالي :

- (1) ضبط وتثبيت جميع مكونات نظام القياس (بدون عينات) على المسطرة الضوئية مثلثية المقطع ذات الحوامل المنزلة والتي تسمح بالحركة المحكمة في الاتجاهين الأفقي والرأسي كما هو واضح في شكل (3)، بحيث نحصل على أعلى تركيز للاشعة على سطح الكاشف ونسجل قراءة الطلي أميتر ولتكن (I_0).
 - (2) نضع المرشح الضوئي مكان العينينة بحيث يكون سطحه عمودياً على اتجاه مسار الضوء ونسجل قراءة انتيار ولتكن (I_1) وهي تناظر شدة ضوء من المنبع تمثل 20% من شدة الضوء قبل وضع المرشح.
 - (3) نرفع المرشح من مسار الضوء ونحرك المصدر الضوئي على المسطرة الضوئية بعيداً عن الكاشف بالتدريج حتى يعطى نفس القراءة السابقة (I_1) لتيار الكاشف.
 - (4) نضع المرشح الضوئي مرة أخرى ونسجل قراءة شدة التيار ولتكن (I_2) وهي تناظر شدة ضوء تساوي 20% من تلك المناظرة للقراءة السابقة (I_1).
 - (5) نكرر الخطوات (3)، (4) وبذلك نحصل على قراءات كافية على مدى 6 عقود كاملة لشدة الضوء في خطوات تقل فيها شدة الضوء بنسبة 20% في كل قراءة عن السابقة.
- ويبين شكل (5) العلاقة التي تمثل خصائص الاستجابة المحولة للكاشف الضوئي المستخدم على مدى 6 عقود.

رابعاً : ماسك العينينة :

استخدمنا في هذا البحث ماسك مماثل للحامل الذي يستعمل في تثبيت المرشحات الضوئية وتم تثبيته على عربة قابلة للحركة الدقيقة (بواسطة ميكرومتر) في الاتجاه العمودي على مسار الضوء وذلك لسهولة التحكم في موضع سقوط الأشعة على العينينة وتغيير هذا الموضع بطريقة دقيقة ومستمرة لدراسة ظاهرة التجانس الموضعي Homogeneity وكذلك ظاهرة التماثل الاتجاهي Isotropy لجموعة العينينات في هذا البحث.

٤- النتائج والمناقشة :

٤-١ نتائج حساب عدد القراءات :

تركبت عينات القماش المختبره لمدة ٢٤ ساعه في جو المعمل (20°C, 65% R.H.) ثم تم قياس شدة الضوء المرار خلال عينه الاختبار في اتجاه الماكينه وفي الاتجاه العمودى عليه وأخذ مبدئيا عدد ٢١ قراءة شدة ضوء (I) وكانت النتائج كالآتى :

$$\bar{x}_{I(11)} = 0.729 \quad A, S = 0.045 \quad A, cv = 6.2\%$$

ثم اعيد نفس العمل في اتجاه عمودى على اتجاه الماكينه وكانت النتائج هي :

$$\bar{x}_{I(12)} = 0.590 \quad A, S = 0.030 \quad A, cv = 4.3\%$$

تم استخدام المواصفات القياسيه التشيكيه CSN 800301 هكذا :-

الحد الاعلى للقراءات تعطى بالمعادلة :

$$A = \bar{x}_I + \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.934 \quad A \quad \dots\dots\dots(12)$$

الحد الادنى للقراءات يعطى بالمعادلة :

$$B = \bar{x}_I - \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.524 \quad A \quad \dots\dots\dots(13)$$

وعليه يصبح معامل الدقه النسبى (a) يعطى من المعادله :

$$a = \frac{(A - B)/2}{\bar{x}} \times 100 = 28.1\% \quad \dots\dots\dots(14)$$

ولما كانت قيم (a) المحسوبة من المعادله (١٤) أكبر من $\pm 2\%$ المتفق عليها في بند ١٢-٣ السابق فان عدد القراءات المختار (٢١) يعتبر غير كاف، ولذا تستخدم خرائط عدد القراءات - الخطأ النسبى الموجود بالمواصفات القياسيه CSN 800301 في تحديد عدد القراءات الجديد الذى يعطى خطأ نسبيا $\pm 2\%$.

وقد وجد ان عدد القراءات المطلوب هو ٤٠ قراءة وعليه تم تكرار التجربة وازافه عدد ١٩ قراءة جديدة.

ثم نكرر نفس العمل ولكن على القراءات التى اخذت في اتجاه متعامد على اتجاه الماكينه ثم استخدمت الخرائط أيضاً وتم تحديد عدد القراءات ب ١٨ قراءة.

اختلاف عدد القراءات هنا قد يرجع الى اختلاف توزيع الشعيرات في الاتجاهات المختلفه والذى يعد سمه من سمات الاقمشة الغير منسوجة.

جدول (١) يعطى نتائج دراسة مائله تمت على الاقمشة الغير منسوجة التاليه :

Geotextile (PES, 540 g/m²); Interlining (from textile wastes, 120 g/m²); Interlining (PES, 80 g/m²); Spun-bonded (PET - 500 g/m²); Chemically - Mechanically bonded fabric (V_S - 146 g/m²); Arachna (V_S - 200 g/m²).

Table (1)

Type of Nonwoven fabrics	Sample Size	
	m/c, direction	⊥ m/c, direction
1- Geotextile	40	18
2- Interling (Waste)	180	100
3- Interling (Virgin)	500	500
4- Spun-bonded	140	250
5- Chemical-Mechanical bonded	300	500
6- Arachne	500	500

ان الاختلاف في عدد القراءات يرجع الى عوامل كثيرة منها :

اختلاف انخواص الطبيعية للشعيرات النسيجية المستخدمة في انتاج الاصناف المختبرة
 ابوليستر - قطن - صوف - فسكوز - بولي ايثيلين - فسكوز + مطاط) كذا فان الاختلاف
 في وزن المتر المربع ٥٥٤٠ ، ١٢٠ ، ٤٠ ، ٥٤٠ ، ١٤٦ ، ٢٠٠ جم/م² يوضح اختلاف قيم
 شدة التيار المقاسة، كما ان اختلاف طرق انتاج القماش الغير منسوج (لباد الابر - كيميائه
 - الغزل مباشرة من فنية الغزل - التثبيت بكل من الطرق الكيماوية والميكانيكية معا -
 التثبيت بطريقة الإرخا - على الترتيب) وعليه فانه ينصح ان نستخدم طريقة تحديد حجم
 عينة الاختبار عند أجزاء كل اختبار على حده .

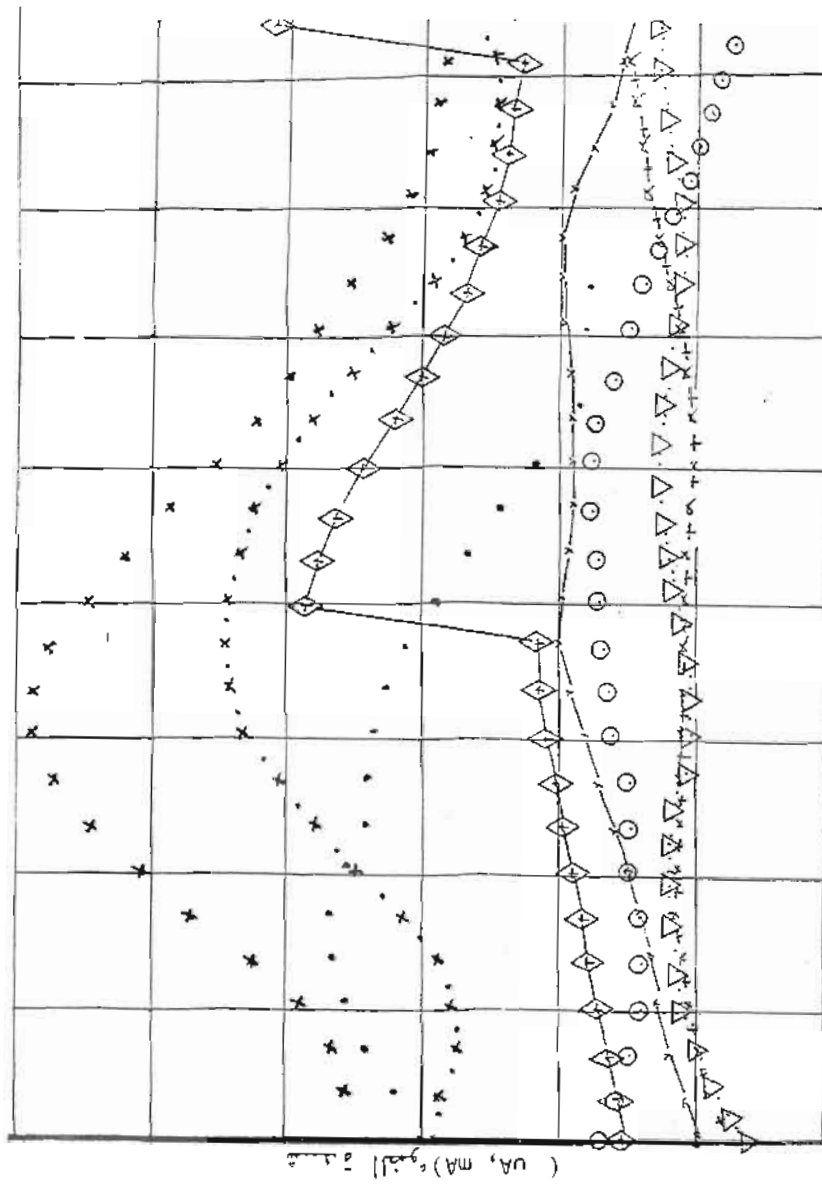
وشكل ٦ يوضح تباين قيم شدة التيار المقاسة على طول ٣٢ مم من القماش الغير منسوج
 من الموادم (قطن - صوف - فسكوز - ١٢٠ جم/م²) .

وقد يرجع اختلاف قيم (I) المقاسة مع طول العينة (حتى ٣٢ مم) الى ان عينسة
 القماش عبارة عن خليط من ثلاثة خامات مختلفة في خواصها الهندسية (الطول - مساحة
 المقطع - النعومة - مورفولوجية سطح كل منها) الامر الذي يترتب عليه اختلاف قيم التيار
 المستص بواسطه هذه الشعيرات بالرغم من الحرص في اختيار اللون هذه الشعيرات بحيث
 تكون لونا واحدا تقريبا، ويظهر تأثير هذه الاختلافات ايضا عند تحديد حجم عينة الاختبار
 التي تعطى خطأ نسبيا + ٢% بحدود ثقته ٩٥% كما هو واضح في جدول ١ اذ وصل
 عدد التجارب المطلوب اجراؤها ١٠٠ - ١٨٠ تجره في اتجاهي الماكينة والعمودي عليه
 على الترتيب .

وقد يرجع ارتفاع عدد التجارب (٥٠٠ تجره) في بعض العينات الاخرى مثل الحشو
 (Interling-virgin) الى استخدام اسلوب الغمر في المواد اللاصقه (Impregnation)
 الذي يغطي طبقه الشعيرات بفلج غير متساوي السمك وموزع عشوائيا على مساحة القماش ويسمى
 هذا التركيب (Segment structure) .

ويمكن تفسير زيادة عدد التجارب لتوفى :

(Arachne, Spun-bonded; Polymex-to-web System - Polyethylene)



اتجاه القياس (سم)

شكل (٦) يوضح العلاقة بين شدة التيار العكس ووزن القياس على طول ٣٧ سم في اتجاهين
 الكائنة (1) والسودى عابيه (2) لمجتمعات مختلفة بين الأربعة النير بتسوية
 والذي يوضح تباين القيم المسجلة بدرجة تسع باستخدامها كقياس للانتظامية.

- • • • • Spun bonded fabric (540 g/m², 1)
- ○ ○ ○ ○ Unmelted fabric (106 g/m², 1)
- ○ ○ ○ ○ Interlining fabric (120 g/m², 11)
- ○ ○ ○ ○ Geotextile (150 g/m², (11)).
- ○ ○ ○ ○ Interlining fabric (180 g/m², (11), var.1c)
- ○ ○ ○ ○ Interlining fabric (60 g/m², (11), virgin)

(UA, MA) القياس

١٤٠ - ٢٥٠ ، ٥٠٠ - ٥٠٠ تجرته في اتجاهي الماكينة والعمودي عليه على الترتيب الى الاختلافات المنتظرة والمشاهدة في سمك الشعيرات مع 6-300 مم وكذا في طريقة ترسيبها على حصيرة النسيج والى اختلاف الشكل الهندسي لتوزيع الشعيرات على سطح القماش نفسه اسفل المغازل ، أما في حالة قماش (الارخنا) فيتأثر بشده بانتظامية خيوط التثبيت وما بها من Thick and Thin Places والتي تمثل من ٣ - ٢٥% من الوزن الكلي للقماش ، كما ان طول غرز التثبيت يتراوح ما بين ١ - ٩ مم وكثافة الخيوط وصلت الى ٢٥ خط/سم .

وعلى العكس من ذلك نجد أنه كلما قل عدد المتغيرات السابقة قل عدد القراءات التي تعطى نسبة خطأ $\pm 2\%$ وعند حدود ثقه ٩٥% حيث سجل قماش اللباد الميكانيكي من شعيرات بوليستر ٤٤ د تكس - ٩٠ مم ١٨ ، ٤٠ تجرته فقط في اتجاهي القياس .

٢-٤ . نتائج استخدام نسبة النفاذية الضوئية كدليل على انتظامية القماش الغير منسوج :

تعد طريقة (Cut and Weight) مقياسا للانتظامية بالاقمشة الغير منسوجة كما سبق شرحه في بند ٣-٢ ، وواضح ان هذه الطريقة مهلكة للعينات المختبرة كما انها تحتاج الى وقت وجهد لانجازها .

ولاختبار مدى صلاحية طريقة النفاذية الضوئية في تقدير انتظامية القماش الغير منسوج تم اختيار لباد الابر (بوليستر ٤٤ د تكس - ٩٠ مم - كثافة تغريز ٤٠٠ ابره/سم - ٢ عمق تغريز ١٥ مم) من ثلاثة أوزان مختلفه هي ٨٠ مم/م ، ١٦٠ مم/م ، ٢٨٠ مم/م على الترتيب وسجلت قيم شدة التيار (I) كما سبق شرحه في بند ٣-٢ ثم ايجاد متوسطها الحسابي ومعامل الاختلاف ودونت النتائج في جدول (٢) .

جدول (٢)

نوع القماش	اتجاه القياسات	قيم معامل الاختلاف		معامل أسبيرمان للارتباط
		طريقه ضوئيه	طريقه ميكانيكيه	
لباد أيسر وزن المتر المربع ٨٠ جرام	0°	7.8	5.6	R = 1
	45°	29.9	4.3	
لباد أيسر وزن المتر المربع ١٦٠ جرام	0°	6.9	7.1	R = 1
	45°	55.4	5.8	
لباد أيسر وزن المتر المربع ٢٨٠ جرام	0°	5.7	4.4	R = 1
	45°	14.3	1.2	
	90°	20.2	6.2	

جدول (3) : يوضح العلاقة بين القياسات الضوئية والقياسات الميكانيكية وقيم الارتباط بينهم لمينات مختلفة من الاقمشة الغير منسوجة .

Type of Nonwovens	Mechanical Measurements		Photometric		Measurements		Correlations		
G (g/m ²)	$\frac{\sigma}{\sigma_f} = \frac{P(1-\Phi)}{100} \%$	$\frac{\sigma_f}{G/d}$ (g/m ³)	$\frac{A}{((I_0-1)/I_0)} \cdot \frac{100}{100}$	$\frac{T}{(I/I_0)}$	D = log (I ₀ /I)	$\frac{G}{(-1/nd) \ln I/I_0}$	R (G, A)	R ((1-Φ), T)	R (σ _f , D)
Virgin fibres									
60	0.021	28.4	86.6	13.4	0.87	0.034			
80	0.028	38.1	92.9	7.1	1.15	0.033	1	0.8	0.8
120	0.057	80.0	99.5	0.5	2.28	0.044	"	"	"
14.6	0.033	63.5	99.6	0.4	2.39	0.038	δ	δ	δ
Interlinings									
150	0.042	57.7	99.8	0.2	2.67	0.041			
250	0.038	52.3	99.8	0.2	2.77	0.026	1	0.5	0.9
400	0.038	52.6	99.9	0.2	3.19	0.018	"	"	"
540	0.084	114.8	99.9	0.1	3.25	0.014	"	"	"
770	0.072	99.7	99.9	0.03	3.52	0.011	δ	δ	δ
870	0.081	111.1	99.9	0.01	3.95	0.010			
Others									
NW(1)	400	0.124	0.896	0.1	2.456	0.018			
NW(2)	580	0.134	0.866	0.03	3.594	0.014	0.5	0.8	0.6
NW(3)	200	0.080	0.920	0.7	2.370	0.031	"	"	"
NW(4)	540	0.084	0.916	0.04	3.247	0.014	δ	δ	δ

NW(1) = Spun-bonded nonwoven, NW(2) = Thermally bonded nonwoven, NW(3) = Arachna, NW(4) = Needled punched.

معادله النفاذيه أو المساميه الهوائيه السابقه في حالة اللصق الكيماوى المصاحب للتفريز الميكانيكى .

ومن الجدير بالذكر هنسا ان قيمة معامل الارتباط طبقا لسبيرمان وصلت الى قيمة كبرى ($R = 0.8$) بين المساميه ونسبة النفاذيه بالرغم من تعدد الانواع المختبره (قماش لصق حرارى - قماش ارخنسا - قماش لباد ابرى - غزل مباشر) وقد يرجع ذلك الى بقاء المسام كما هي بدون سد لعدم استخدام أى مواد لاصقه، وهذا التأثير بالطبوع لا يظهر تأثيره في قيم الارتباط بين وزن المتر المربع والامتصاص مثلا أو بين كثافة القماش والكثافه الضوئيه حيث تشير النتائج في الجدول السابق الى انه يتم الارتباط بين كل من كثافة القماش والكثافه الضوئيه كانت قويه جدا ($R = 0.8$, $R = 0.9$) لكل من أقمشه الحشوات وأقمشه الجيوتكستيل، أما الدليل σ للأقمشه الغير منسوجه المختبره فقد أعطى قيما مختلفه 0.4 ، 0.2 ، 0.4 ، 0.2 للأقمشه الحشوات والجيوتكستيل مما يشير الى امكانيه استخدامه كدليل للتمييز بين الاقمشه الغير منسوجه .

ومن النتائج السابقه يمكن الاشاره الى ان معامل تركيب القماش الغير منسوج مشمل (Φ , %P) عليها كثير من التحفظات (٦، ٧) خصوصا مع الاقمشه المكونه من شعيرات مختلفه الانواع والاخرى المثبتة كيميائيا، بالاضافه الى الحاجه الى تقدير وزن المتر المربع وكذا سمك القماش ثم تقدير كثافه الشعيرات المستخدمه لحساب قيم (Φ) أى نحتاج الى أكثر من اختبارين لتقدير هذا التركيب، أما في حالتنا هذه فاننا لانحتاج الى أى اختبار سوى القياسات الضوئيه والتي يمكن اجراؤها في خط الانتاج مباشرة كما سيأتى شرحه في البحث التالى، وبالتالى يعتبر هذا الاختبار أسهل وغير مكلف للوقت أو الجهد كما أنه غير متلف لعينات الاختبار .

٥- الخلاصه

من نتائج المعملية السابقه يمكن الاقرار بصلاحيه الطريقه الضوئيه المقترحه في تتبع خواص الاقمشه الغير منسوجه وتركيبها وانتظاميتها بطريقه أكثر دقه من الطرق الميكانيكيه الشائع استخدامها .

LITERATURE

- (1) Krčma, R.: Otevřené problémy výzkumu netkaných tex. VŠST Liberec, 1968.
- (2) Petterson, D.L.: On the mechanics of nonwoven fabrics, Institute of Technology U.S.A., 1958.
- (3) Hearle, J.W.S., Stevenson, P.J.: Nonwoven fabric studies, Part III, The anisotropy of nonwoven, Tex. Res. Jou. 1963, 11, p. 877-888.
- (4) Hill, D.D.; Michie, R.I.C.: Nonwoven fabrics studies, Part IX, Characterization of binder distribution, Tex. Res. Jour., 36, 1966, 9, p. 787 - 794.

- (5) Ptáček, A.: Tvorba a struktura izotropického rouna, 7th MNT, 1968, Brno, and Struktura rouna, Thesis VSST, Liberec, 1969.
- (6) El-Hadidy, A., et al.: Structure of Nonwovens, Part I and Part II, CCT, Romania, 1991.
- (7) El-Hadidy, A., et al.: Structure of nonwovens, Part III, IV, V and VI, MEJ, Faculty of Eng., Mansoura, 1987, 1988, 1989, 1991.
- (8) Uno, M. et al.: Jour. Tex. Mech. Soc. Japan, 3 and 9, 1963.
- (9) Booth, J.E.: Principles of Textile Testing, Heywood, London, 1970.
- (10) Koblyakov, A.: Laboratory Practice in the Study of Textile Materials, Translated from Russian, Mir P., 1989.
- (11) Pierce, F.I.: J. Tex. Inst., Vol. XXI, 1930, T. 377.
- (12) Babko, A.; Pilipenko, A.: Photometric Analysis, General Principles and Working Tools, Mir Publishers, Moscow 1971 (Eng. Ed.).
- (13) Krčma, R.; Dragerová, E., and Sodomka, L.: Teorie Netkaných Textilů, Navody na cvičení, VSST, Liberec, 1986.
- (14) Krčma, R.; Sodomka, L.; Krebsová, J.: Vyzkumná zpráva NOTEV, VSST, Liberec, 1976.
- (15) Krčma, R.; Sodomka, L.; Zástěra, S.; Chrpová, E.: Teorie Struktury Netkaných Textilů Na Bázi Rouna, Část 3, VSST, Liberec, 1978.
- (16) Sodomka, L.: Studium Textury Pavučiny, Rouna a Netkaných Textilů, Textil, Roč. 38, p. 129 - 132, 1981.