

Vliesveredlung mit Fluorcarbonen (2. Teil)

Optimierung des Trocknungs- und Kondensationsprozesses

Von Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. Regina Köppe, Zschimmer & Schwarz GmbH & Co. KG, Lahnstein
Dipl.-Ing. Carsten Rant und Dipl.-Ing. Kerstin Lohr, Eduard Küsters Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Krefeld

Die ersten Ergebnisse aus der gemeinsamen Versuchsreihe von Zschimmer & Schwarz und Küsters zur Fluorcarbon-ausrüstung von Vlies wurden bereits in avr 2/2005, S. 57 f. [1] vorgestellt. Der Vergleich verschiedener Applikationstechniken zeigte, dass zur Darstellung optimaler Ausrüstungseffekte die Foulardapplikation unumgänglich ist. Der vorliegende zweite Teil der Untersuchung beschäftigt sich mit dem Trocknungs- und Kondensationsprozess bei der Vliesstoffausrüstung mit Fluorcarbonen. Zum einen wurde die Trocknung über Zylindertrockner, zum anderen die (Vor-)Trocknung mittels IR-Strahlung betrachtet.

Anforderungsprofil

Damit Fluorcarbone ihre abweisenden Eigenschaften optimal ausbilden können, müssen sie auf dem Substrat einen geschlossenen und gleichmäßigen Film ausbilden. Dies wird durch die Foulardapplikation erreicht.

Die nachfolgende Trocknung und Kondensation ermöglicht es den Molekülketten, sich auszurichten und das gewünschte Effektniveau (insbesondere Alkohol-/Ölabweisung) zu erreichen. Die notwendige Behandlungszeit schwankt je nach Anforderungsprofil. Im Allgemeinen kann die Verweilzeit durch höhere Trocknungs-/Kondensationstemperaturen verringert werden. Speziell bei der Ausrüstung von PP-Vliesen sind dem Anwender allerdings auf-

grund des auftretenden Materialschrumpfes bzw. der Schädigung der Faser hinsichtlich der Maximaltemperatur Grenzen gesetzt. Das geforderte Effektniveau kann daher lediglich durch verlängerte Kondensationszeiten dargestellt werden. Die Trocknung und Kondensation ist somit nach dem heutigen Stand der Technik der geschwindigkeitslimitierende Schritt im Ausrüstungsprozess.

Material und Testmethoden

In der vorliegenden Versuchsserie wurde ein PP-Spinnvlies (Flächengewicht ca. 45 g/m²) mit verschiedenen Fluorcarbon-Produkten der Firma Zschimmer & Schwarz ausgerüstet, die je nach gefordertem Effekt zum Einsatz kommen:

LERTISAN HE 101:

Gewöhnlich zeigen Fluorchemikalien aufgrund ihrer wasser-, öl- und alkoholabweisenden Wirkung keine antistatische Wirkung. Mit LERTISAN HE 101 hat Zschimmer & Schwarz ein Produkt entwickelt, das neben Fluorcarbon ein spezielles Antistatikum enthält, das die wasser- und alkoholabweisenden Eigenschaften nicht negativ beeinflusst und so die Anforderungen für medizinische Anwendungen voll erfüllt.

ANTHYDRIN NK:

Fluorcarbone benötigen im Allgemeinen nach dem Auftrag ein Trocknen und Kondensieren bei hohen Temperaturen (>130°C), um ihre

wasser- und ölabweisenden Eigenschaften auszubilden. Gerade bei der Ausrüstung von PP-Vliesen ist dies im Hinblick auf Material-schrumpfung oder sogar Faserschädigung problematisch. Mit ANTHYDRIN NK ist die Kondensation bei deutlich geringeren Temperaturen möglich, was auch hinsichtlich Energieersparnis ein Vorteil ist.

ANTHYDRIN LAD (Laundry/ Air Dry):

Materialien, die mit herkömmlichen Fluorcarbonen ausgerüstet werden, benötigen nach der Wäsche eine Hitzebehandlung (z.B. Bügeln oder Tumbler-trocknung), um die wasser- und ölabweisenden Eigenschaften zu reaktivieren.

LAD-Produkte brauchen das nicht. Schon nach der Wäsche und anschließender Luft-trocknung bei Raumtemperatur sind gute wasser- und ölabweisende Effekte zu beobachten. Der Einsatz von ANTHYDRIN LAD eröffnet neue Möglichkeiten für Artikel, die nach der Wäsche keiner weiteren Hitzebehandlung unterzogen werden können oder dürfen.

Zur Überprüfung des Effektniveaus wurden verschiedene Untersuchungen bezüglich Antistatik, Alkohol-, Öl- und Wasserabweisung des ausgerüsteten Vliesmaterials durchgeführt.

Zur Ermittlung der antistatischen Eigenschaften wurde in Anlehnung an DIN 54345 der Durchgangswiderstand mittels des Textometers der Firma Mahlo bestimmt.

Die Alkohol- und Ölabweisung wurde mittels eines Tropfentests beurteilt. Hierbei werden im Falle der Alkoholabweisung 30 Tropfen einer 70:30-Mischung aus Isopropanol und Wasser auf die Vliesprobe getropft. Nach 1, 5, 7 und 10 Minuten werden die Tropfen gezählt, die sich noch auf dem Vlies befinden. Zur Bestimmung der wasserabweisenden Eigenschaften wird die Wassersäule in Anlehnung an die Edana Richtlinie 120.1-80 ermittelt.

Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden mit einem PP-Spinnvlies (Flächengewicht ca. 45 g/m²) durchgeführt. Es wurden folgende Flottenkonzentrationen verwendet:

LERTISAN HE 101: 30 g/l

ANTHYDRIN NK: 53 g/l

ANTHYDRIN LAD: 53 g/l

Damit werden Ölaufagen im Bereich von 0,9-1,0% bei einem Pick up von 65% erreicht.

Spinnpräparation	LERTISAN HE 101				LERTISAN HE 101			
	Temperatur [°C]	120	120	120	120	135	135	135
Trocknung [s]	20	25	30	35	20	25	30	35
Alkoholabweisung	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0	30/30/30/30	0/0/0/0	0/0/0/0	30/30/30/30	30/30/30/30

Spinnpräparation	ANTHYDRIN NK				ANTHYDRIN NK			
	Temperatur [°C]	120	120	120	120	135	135	135
Trocknung [s]	20	25	30	35	20	25	30	55
Alkoholabweisung	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30

Spinnpräparation	ANTHYDRIN LAD				ANTHYDRIN LAD			
	Temperatur [°C]	120	120	120	120	135	135	135
Trocknung [s]	20	25	30	35	20	25	30	35
Alkoholabweisung	20/15/13/12	30/30/20/17	30/30/30/30	30/30/30/30	30/28/25/25	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30

Tabelle 1: Einfluss der Trocknungs- / Kondensationstemperatur

1. Screening-Versuche im Labormaßstab

Um eine erste Aussage hinsichtlich des Einflusses der Verweilzeit auf das erreichbare Effektniveau zu erhalten, wurden im Labormaßstab Screening-Versuche mit allen drei Fluorcarbon-Produkten durchgeführt. Die Flottenapplikation erfolgte auf einem Laborfoulard, die anschließende Trocknung im Labortrockenschrank bei 135°C. Die Trocknungszeit wurde im Bereich von 0,5 bis 10 Minuten variiert. Die getesteten Produkte verhalten sich hinsichtlich ihres Effektniveaus erwartungsgemäß recht unterschiedlich:

LERTISAN HE 101: Die abweisenden Eigenschaften beginnen sich ab einer Trocknungszeit von 3 Minuten auszubilden. Das vollständige Effektniveau wird nach 10 Minuten Verweilzeit erreicht.

ANTHYDRIN NK: Nach einer Trocknungszeit von 1 Minute beginnen sich die abweisenden Eigenschaften auszubilden. Das vollständige Effektniveau ist nach 2 Minuten vorhanden.

ANTHYDRIN LAD: Abweisende Produkteigenschaften werden nach einer Verweilzeit von 2 Minuten beobachtet. Eine Steigerung der Verweilzeit über 3 Minuten hinaus führt zu keiner weiteren Effektverbesserung.

2. Inline-Versuche unter produktionsnahen Bedingungen

2.1. Klassische Prozessführung

Da insbesondere die Bedingungen im Labortrockenschrank erheblich von denen in üblichen Produktionstrocknern abweichen, wurden, basierend auf den Ergebnissen der Screening-Versuche, ausgewählte Versuche auf einer Technikumsanlage der Firma Küsters durchgeführt.

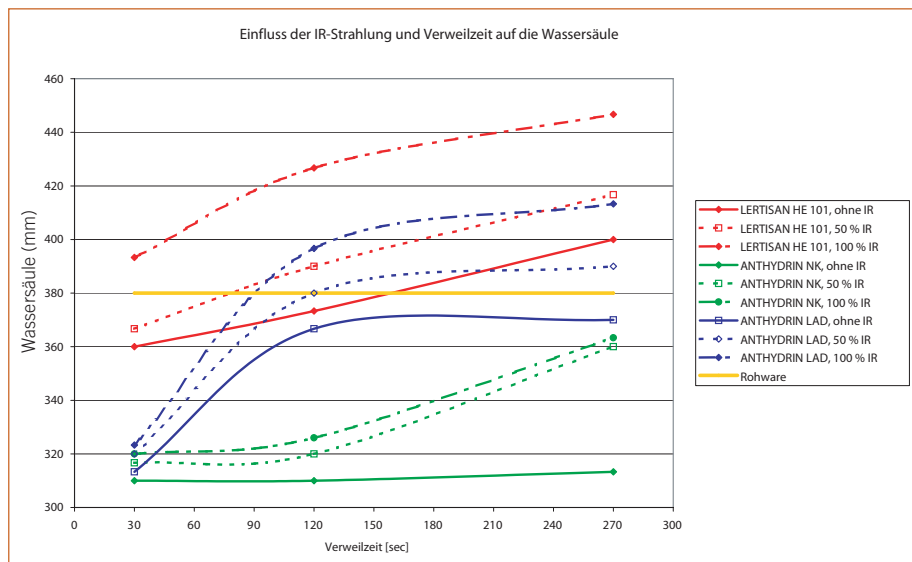
Die Flottenapplikation erfolgte über einen Produktionsfoulard bei einem Liniendruck von 50N/mm. Der Pick up lag, abhängig von der Geschwindigkeit, in einem Bereich von 65-75%. Zur Trocknung wurde ein Zylindertrockner verwendet, wobei zwei unterschiedliche Trocknungstemperaturen getestet wurden (120°C bzw. 135°C, siehe Tab. 1). Die Trocknungszeit wurde in einem Bereich von 20 Sekunden bis 4 1/2 Minuten variiert.

2.2. Alternative Prozessführung

IR zur Vortrocknung

Aus der klassischen Textilveredlung ist bekannt, dass die Restfeuchte nach der Flottenapplikation mittels IR-Strahlung deutlich reduziert werden kann. [2]

Ein weiterer Bestandteil dieses Entwicklungsprojektes war die Ermittlung der Leistungsfähigkeit eines IR-Feldes zur Vortrocknung. Aufgrund der verminderten Feuchtigkeitsmenge nach dem IR-Feld ergibt sich eine entsprechende Reduzierung der reinen



Trocknungszeit auf dem Zylindertrockner und somit eine Verlängerung der Kondensationszeit.

Zur Beurteilung der Effektivität der IR-Vortrocknung wurden auf der Technikumsanlage Vergleichsversuche mit und ohne Infrarot durchgeführt.

Dabei kam ein IR-Modul der Fa. Heraeus zum Einsatz (Carbon-Rundrohr-Infrarotstrahler, Flächenleistung 48 kW/m²). Bei einer Einwirkzeit der Infrarot-Strahlung von ca. 4 Sekunden wird das Feuchtigkeitsniveau nach dem Foulard um etwa 35 Prozentpunkte reduziert (von 70% auf 35% Feuchte). Das bedeutet, bereits die Hälfte des reinen Trocknungsprozesses wird durch das IR-Feld abgedeckt. Bei

einer Reduzierung der maximalen IR-Leistung auf 50% beträgt der Vortrocknungseffekt des Infrarots lediglich ca. 12 Prozentpunkte (Reduzierung der Restfeuchte von 70% auf 58%).

IR zur Kondensation

Zusätzlich zur Nutzung der Infrarot-Strahlung zur Vortrocknung wurde auch die Möglichkeit des Einsatzes von IR-Strahlung zur Kondensation in Betracht gezogen.

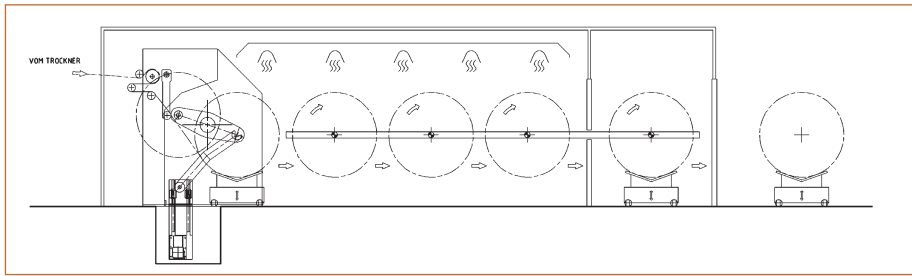
Bereits (luft-) getrocknete Muster wurden IR-Strahlung ausgesetzt und der Einfluss der Strahlung auf das Effektniveau beurteilt. Es zeigt sich, dass das Material innerhalb weniger

Spinpräparation	0,9 % LERTISAN HE 101			Rohware
Temperatur [°C]	135	135	135	/
IR	ohne	50 %	100 %	/
Trocknung [s]	30	30	30	/
Wassersäule [mm]	360	367	393	380
Alkoholabweisung	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Ölabweisung	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Durchgangswiderstand [Ohm]	5 x 10 ⁹	9 x 10 ⁹	9 x 10 ⁹	>10x 10 ¹⁰

Spinpräparation	1,0 % ANTHYDRIN NK			Rohware
Temperatur [°C]	135	135	135	/
IR	ohne	50 %	100 %	/
Trocknung [s]	30	30	30	/
Wassersäule [mm]	310	317	320	380
Alkoholabweisung	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Ölabweisung	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Durchgangswiderstand [Ohm]	> 10 x 10 ¹⁰	> 10 x 10 ¹⁰	> 10 x 10 ¹⁰	> 10 x 10 ¹⁰

Spinpräparation	1,0 % ANTHYDRIN LAD			Rohware
Temperatur [°C]	135	135	135	/
IR	ohne	50 %	100 %	/
Trocknung [s]	30	30	30	/
Wassersäule [mm]	313	320	323	380
Alkoholabweisung	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Ölabweisung	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Durchgangswiderstand [Ohm]	> 10 x 10 ¹⁰	> 10 x 10 ¹⁰	> 10 x 10 ¹⁰	> 10 x 10 ¹⁰

Tabelle 2: Einfluss der IR-Strahlung auf das Effektniveau bei 30 Sekunden Trocknungs- / Kondensationszeit



Prinzipskizze Verweilaggregat

Sekunden aufgeheizt wird. Eine genaue Temperaturführung gestaltet sich schwierig, sodass es zu erheblichen Schrumpfproblemen kommt. Ein positiver Effekt der Infrarot-Strahlung auf das Effektniveau von trockener Ware konnte nicht nachgewiesen werden.

Ergebnisse

Je nach verwendetem Produkt ist unter den gewählten Versuchsbedingungen ein vollständiges Effektniveau nach 20 bis 30 Sekunden Trocknungs-/ Kondensationszeit erreicht.

Wie erwartet, ist die Trocknung mittels Zylindertrockner deutlich effektiver im Vergleich zum Labortrockenschrank, der in den Screening-Versuchen verwendet wurde.

Auch unter Produktionsbedingungen zeigen sich tendenziell die in den Screening-Versuchen ermittelten Unterschiede bei den getesteten Produkten (s. Tabelle 1). Erwartungsgemäß führt eine höhere Trocknungs-/ Kondensationstemperatur zu einer schnelleren Ausbildung des Effektniveaus.

Die Wassersäule wird durch verlängerte Behandlungszeiten positiv beeinflusst, liegt allerdings je nach Produkt auf unterschiedlichem Niveau. Die Verwendung von Infrarotstrahlung zur Vortrocknung zeigt sowohl für die Wassersäule als auch für die abweisenden Eigenschaften positive Effekte (siehe Diagramm).

LERTISAN HE 101 benötigt die intensivste Trocknung / Kondensation. Das vollständige Effektniveau ist nach 30 Sekunden festzustellen. Die Wassersäule wird bei dieser Verweilzeit nicht signifikant reduziert. Durch verlängerte Trocknungs-/ Kondensationszeit kann die Wassersäule deutlich über das Niveau des Ausgangsmaterials verbessert werden. Von den getesteten Produkten zeigt LERTISAN HE 101 die mit Abstand beste Wassersäule. Gleichzeitig zeichnet sich das Produkt durch seine anti-statischen Eigenschaften aus.

ANTHYDRIN NK zeigt die schnellste Ausbildung der abweisenden Eigenschaften. Das vollständige Effektniveau ist nach 20 Sekunden Verweilzeit vorhanden. Allerdings wird die Wassersäule signifikant reduziert und erreicht auch bei längerer Verweilzeit nicht das Ausgangsniveau.

ANTHYDRIN LAD: die abweisenden Eigenschaften sind nach 25 Sekunden Verweilzeit vollständig ausgebildet. Die Wassersäule wird signifikant beeinträchtigt, kann aber durch verlängerte Verweilzeiten noch über das Ausgangsniveau hinaus verbessert werden. Hervorzuheben ist der LAD-Effekt (Laundry/Air Dry) des Produktes.

Ausblick

Mit den aus der klassischen Textilveredlung bekannten Aggregaten Foulard (zur Flottenapplikation), IR-Vortrockner und Zylindertrockner können Vliesstoffen mit geeigneten Fluorcarbonen hervorragende abweisende Eigenschaften verliehen werden. (Vgl. Tabelle 2)

Dem Wunsch nach hoher Prozessgeschwindigkeit steht nach dem momentanen Stand der Technik die erforderliche Mindestverweilzeit im Trockner von 20 bis 30 Sekunden entgegen. Das bedeutet, bei einer für Vliesstoffe moderaten Produktionsgeschwindigkeit von 200m/min ist ein Trockner mit mindestens 65 bis 100m Wareninhalt erforderlich.

Ein Ausweg aus dem gegensätzlichen Wunsch nach hoher Produktionsgeschwindigkeit und akzeptabler Trocknerkapazität kann ein entsprechendes Verweilaggregat sein.

Dabei wird die vollständig getrocknete Ware heiß in einer Thermoverweilbox aufgewickelt. Die heiße Umgebung stellt besondere Anforderungen an den Wendewickler.

Nach dem Rollenwechsel verbleibt das Substrat für ca. 5-15 Minuten rotierend in der Verweilkammer, sodass sich das gewünschte Effektniveau ausbilden kann. Anschließend verlässt die aufgerollte Ware das Verweilaggregat über eine Schleuse.

Die durchgeführten Versuche zeigen, dass alkohol- und ölabweisende Eigenschaften auf Vliesstoffen unter den gewählten Versuchsbedingungen bereits nach 20 Sekunden Trocknungs-/Kondensationszeit darstellbar sind (ANTHYDRIN NK). Allerdings wird die Wassersäule des Substrats um ca. 20% reduziert. Um zusätzlich zu den abweisenden Eigenschaften eine gleichbleibende oder verbesserte Wassersäule zu erhalten, muss zum einen ein anderes Fluorcarbon eingesetzt werden (z.B. LERTISAN HE 101), zum anderen verlängert sich die Trocknungs-/Kondensationszeit auf mindestens 30 Sekunden. Wird neben der Wassersäule und den abweisenden Eigenschaften noch zusätzlich ein LAD-Effekt gewünscht (ANTHYDRIN LAD), so sind ca. 60 Sekunden Verweilzeit im Trockner erforderlich.

Literatur:

- [1]: R. Köppe, C. Rant; avr 2 / 2005; S. 57 f.
- [2]: J. Eckert; Textilveredlung 5/6 2005; S. 8 ff.

Whereas the liquor application stood in the foreground in the first part of the development project of Zschimmer & Schwarz and Küsters (see avr 2/2005, p.57f), the focus of the present study is on the drying and condensation process. Drying by way of cylinder dryers was studied and, additionally, the (pre-) drying by IR radiation. Furthermore, the general suitability of IR radiation for condensation was examined, without a positive influence on the level of effect being proved.

The trials show that depending on the desired final requirements on the one hand different types of fluorocarbons must be used, while on the other hand the required dwell time in the dryer varies.

If merely alcohol and oil repellence is required, the corresponding effects can be achieved with ANTHYDRIN NK under the chosen trial conditions at very short dwell times in the dryer (20 seconds). The water column of the substrate is, however, reduced by approx. 20%.

In addition to the repellence properties a constant or even improved water column can be

achieved with LERTISAN HE 101. This product was the only one of the tested fluorocarbons to give the nonwoven antistatic properties, which is especially required in the area of surgery. The minimum dwell time in the dryer is 30 seconds, as otherwise no level of effect can develop in less time.

If, besides the water column and the repellence properties, additionally an LAD (laundry/air dry) effect is desired, approx. 60 seconds drying and condensation time are necessary (ANTHYDRIN LAD).

In order to achieve the drying and condensation at the high production speed (> 200 m/min) typical for nonwovens, the corresponding high dryer capacity must be on hand. Due to the necessary treatment times, depending on the requirements, the content of the dryer must, in the most favourable case, be between 65 and 100 m of material contents. A way out can be a dwelling aggregate in which the already dried material is rolled up in its heated state and stays rotating for 5 to 15 minutes till the formation of the level of effect is achieved.

Nonwoven finishing with fluorocarbons (Part 2) – Optimisation of the drying and condensation process

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. Regina Köppe, Zschimmer & Schwarz GmbH & Co. KG, Lahnstein
Dipl.-Ing. Carsten Rant and Dipl.-Ing. Kerstin Lohr, Eduard Küsters Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Krefeld

Introduction

First results from the joint series of trials by Zschimmer & Schwarz, Lahnstein (www.zschimmer-schwarz.de) and Küsters (www.kuesters.com) for fluorocarbon finishing of nonwovens were already presented in avr 2/2005, page 57 et seq. [1]. The comparison of various application technologies revealed that the padder application is indispensable to attain optimal finishing effects.

The second part of the trial series on hand deals with the drying and condensation process in nonwoven finishing with fluorocarbons. The drying with cylinder dryer, as well as, additionally, (pre-) drying by IR radiation was examined.

Requirement profile

For fluorocarbons to develop their repellent properties optimally, they must form a closed and even film on the substrate. This can only be obtained by padder application.

The ensuing drying and condensation enables the molecular chains to align themselves and reach the desired level of effect (in particular alcohol/oil repellency). The treatment time required varies according to the requirement profile. In general the dwell time can be reduced through higher drying/condensation temperatures. In particular in the finishing of PP nonwovens, however, limits are set to the user in terms of maximum temperatures due to material shrinkage and damage to the fibre that may occur. The required level of effect can, therefore, only be reached by longer condensation times. According to the current state-of-the-art, drying and condensation put a limit to the maximum speed of the finishing process.

Materials and evaluation methods

In the current series of trials a PP nonwoven (grammage approx. 45g/m²) was finished with different fluorocarbon products of the company Zschimmer & Schwarz, which are utilised according to the effect required.

LERTISAN HE 101:

Usually fluorine chemicals do not show antistatic effects, due to their water, oil and alcohol repellent properties. With LERTISAN HE 101 Zschimmer & Schwarz developed a product which, besides fluorocarbon contains a special static inhibitor which does not negatively effect the water and alcohol repellent properties and in this way fully meets the requirements for medical applications.

ANTHYDRIN NK:

Fluorocarbons after application generally need drying and condensation at high temperatures (>130°C), to form their water and oil repellent properties. In the finishing of PP nonwovens this is particularly problematic when considering material shrinkage or even fibre damage. With ANTHYDRIN NK condensation is possible at markedly lower temperatures, which is advantageous especially when regarding the saving of energy.

ANTHYDRIN LAD (Laundry/ Air Dry):

Materials which were finished with traditional fluorocarbons need a heat treatment after washing (e.g. ironing or tumble drying), to reactivate the water repellent properties.

For LAD products this is not necessary. Already after washing and subsequent air drying at ambient temperature good water and oil repellent effects can be observed. The use of ANTHYDRIN LAD opens up new possibilities for articles which cannot or may not be subjected to further heat treatment after washing.

Various trials were conducted to evaluate the level of effects with regard to antistatic properties, alcohol and oil repellency of the finished nonwoven material.

For the determination of the antistatic properties the transition resistance according to DIN 54 345 was determined with a Mahlo Texto Meter.

Alcohol and oil repellency was evaluated by way of a drop test. In alcohol repellency tests 30 drops of Isopropanol / water (70:30) are applied to the nonwoven sample. After 1,5, 7 and 10 minutes the remaining drops on the nonwoven are counted. To establish the water repellent properties the water column is determined according to the Edana Directive 120.1-80.

Trial procedure

The trials were carried out with a PP spunbonded web (grammage approx. 45 g/m²).

The following liquor concentrations were used:

LERTISAN HE 101: 30 g/l

ANTHYDRIN NK: 53 g/l

ANTHYDRIN LAD: 53 g/l

This way an oil pick up ranging from 0.9 to 1.0 % can be achieved at a liquor pick up of up to 65 %.

1. Screening trials on laboratory scale

Screening trials with all three fluorocarbon products were conducted on laboratory scale to receive a first statement with regard to the influence of the dwell time on the attainable level of effect.

The liquor application was carried out on a laboratory padder, and the ensuing drying in a laboratory drying oven at 135°C. The drying time varied between 0.5 and 10 minutes.

As expected, the tested products behaved quite differently with regard to their level of effect:

LERTISAN HE 101: The repellent properties start to develop after a drying time of 3 minutes. The complete level of effect is reached after a dwell time of 10 minutes.

ANTHYDRIN NK: After a drying time of 1 minute the repellent properties start to develop. The complete level of effect prevails after 2 minutes.

ANTHYDRIN LAD: Repellent properties are observed after a dwell time of 2 minutes. In increase in the dwell time beyond 3 minutes does not yield any further improvement in effect.

2. Inline trials under conditions close to production

2.1. Traditional process operation mode

As conditions in the laboratory drying oven differ considerably from those in usual production dryers, selected trials, based on the results of the screening trials, were carried out on an installation at the Küsters Technical Centre.

The liquor application took place via a production padder with a line pressure of 50 N/mm. Depending on the speed, the pick up was in the range of 65 – 75 %. For drying a cylinder dryer was used, where two different drying temperatures were employed (120°C and 135°C). The drying time was varied in a range from 20 seconds to 4 ½ minutes.

2.2. Alternative process operation mode

IR for pre-drying

From traditional textile drying it is well-known that the residual moisture after liquor application can be markedly reduced by IR radiation. [2]

A further component of this development project was the determination of the efficiency of an IR field for pre-drying. The reduced moisture level after the IR field results in a corresponding reduction of the pure drying time on the cylinder dryer and, thus, in an extension of the condensation time.

Comparison trials were carried out at the Technical Centre installation with and without infrared to assess the efficiency of the IR pre-drying.

An IR module of Heraeus was used (carbon round tube infrared heater, power 48 kW/m²).

With an application time of the infrared radiation of approx. 4 seconds the moisture level after the padder is reduced by around 35 percentage points (from 70 % to 35 % moisture). This means that half of the pure drying process is already covered by the IR field.

By reducing the maximum IR performance by 50 % the pre-drying effect of infrared is merely approx. 12 percentage points (reduction of the residual moisture from 70 % to 58 %).

IR for condensation

In addition to the use of infrared radiation for the pre-drying the possibility of using the infrared radiation for condensation was also considered.

Samples that were already (air) dried were exposed to IR radiation, and the influence of the radiation on the level of effect was assessed.

It turns out that the material is heated up within a few seconds. An exact temperature control turns out to be difficult, so that considerable shrinkage problems emerge.

A positive effect of the infrared radiation on the effect level of dry material could not be proved.

Results

Depending on the product used under the chosen trial conditions a complete level of effect is already obtained after 20 to 30 seconds drying/condensation time.

Table 1: Influence of the drying/condensation temperature

Spin finish	LERTISAN HE 101				LERTISAN HE 101			
Temperature [°C]	120	120	120	120	135	135	135	135
Drying [s]	20	25	30	35	20	25	30	35
Alcohol repellency	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0	30/30/30/30	0/0/0/0	0/0/0/0	30/30/30/30	30/30/30/30

Spin finish	ANTHYDRIN NK				ANTHYDRIN NK			
Temperature [°C]	120	120	120	120	135	135	135	135
Drying [s]	20	25	30	35	20	25	30	35
Alcohol repellency	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30

Spin finish	ANTHYDRIN LAD				ANTHYDRIN LAD			
Temperature [°C]	120	120	120	120	135	135	135	135
Drying [s]	20	25	30	35	20	25	30	35
Alcohol repellency	20/15/13/12	30/30/20/17	30/30/30/30	30/30/30/30	30/28/25/25	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30

As was expected, the drying by means of cylinder dryer is considerably more effective in comparison to the laboratory drying oven which was used in the screening trials.

Under production conditions, too, the differences determined in the screening trials in the tested products tend to show themselves (see Table 1). As expected a higher drying/condensation temperature leads to a quicker formation of the level of effect.

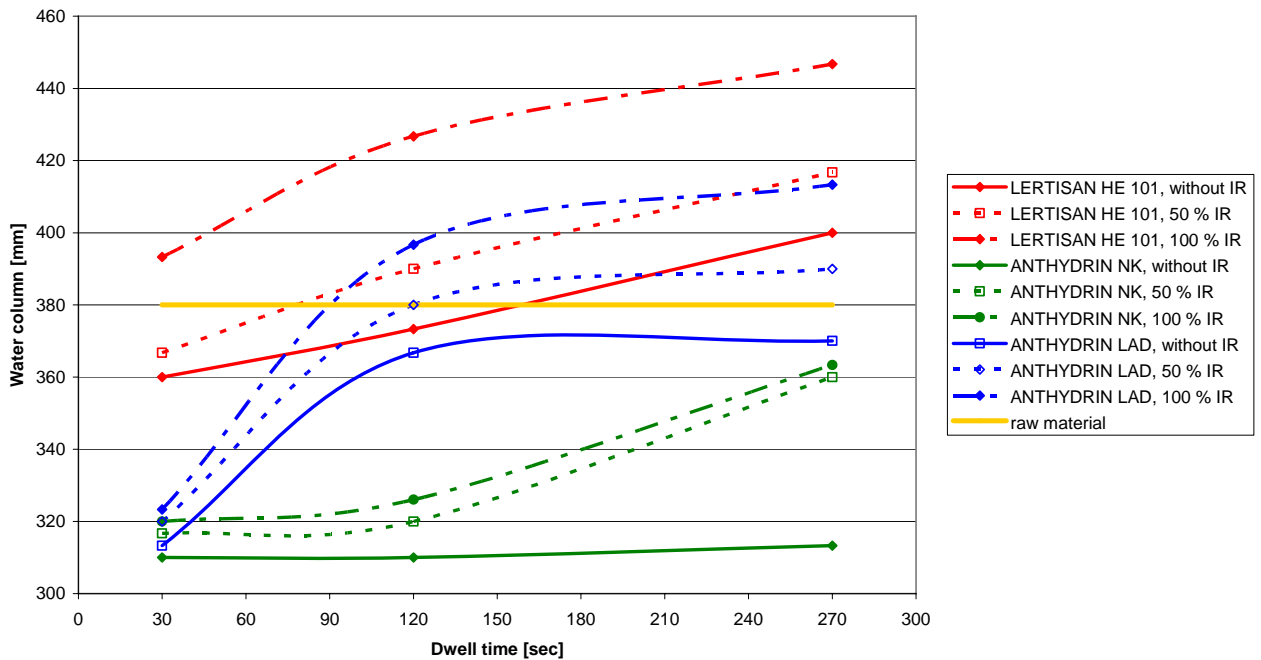
The water column is influenced positively by prolonged treatment times. It stands, however, at varying level, depending on the product. For both the water column as well as the repellent properties the use of infrared radiation shows positive effects.

LERTISAN HE 101 needs the most intensive drying/condensation. The complete level of effect can only be noticed after 30 seconds. At this dwell time the water column is not significantly reduced. By extended drying/condensation time the water column can be considerably improved above the level of the raw material. Of the tested products LERTISAN HE 101 shows by far the best water column. At the same time the product stands out due to its antistatic properties.

ANTHYDRIN NK shows the fastest formation of the repellent qualities. The complete level of effect already exists after a dwell time of 20 seconds. The water column, though, is significantly reduced and does not reach the level of raw material.

ANTHYDRIN LAD: the repellent properties are completely formed after a 25 seconds dwell time. The water column is significantly affected. By extended dwell times it can, however, be improved above the level of raw material. The LAD (Laundry/Air Dry) effect of the product needs to be stressed.

**Influence of the IR radiation and dwell time on the water column
Products in comparison**



Future prospects

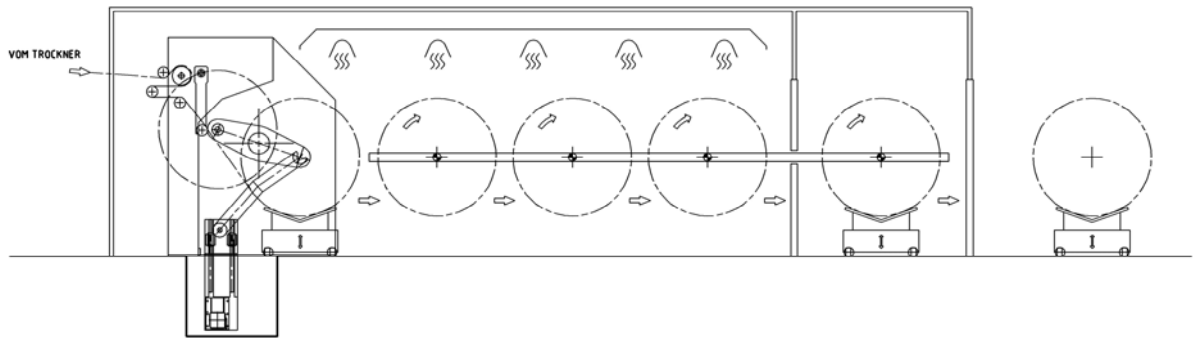
Nonwovens can be given excellent repellent properties with suitable fluorocarbons and the equipment known from the traditional textile finishing, namely padder (for liquor application), IR pre-dryer and cylinder dryer.

Table 2: Influence of the IR radiation on the level of effect at 30 seconds drying/condensation time

Spin finish	0,9 % LERTISAN HE 101			Raw material
Temperature [°C]	135	135	135	/
IR	without	50 %	100 %	/
Drying [s]	30	30	30	/
Water column [mm]	360	367	393	380
Alcohol repellency	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Oil repellency	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Transition resistance [Ohm]	5×10^9	9×10^9	9×10^9	$> 10 \times 10^{10}$

Spin finish	1,0 % ANTHYDRIN NK			Raw material
Temperature [°C]	135	135	135	/
IR	without	50 %	100 %	/
Drying [s]	30	30	30	/
Water column [mm]	310	317	320	380
Alcohol repellency	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Oil repellency	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Transition resistance [Ohm]	$> 10 \times 10^{10}$	$> 10 \times 10^{10}$	$> 10 \times 10^{10}$	$> 10 \times 10^{10}$

Spin finish	1,0 % ANTHYDRIN LAD			Raw material
Temperature [°C]	135	135	135	/
IR	without	50 %	100 %	/
Drying [s]	30	30	30	/
Water column [mm]	313	320	323	380
Alcohol repellency	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Oil repellency	30/30/30/30	30/30/30/30	30/30/30/30	0/0/0/0
Transition resistance [Ohm]	$> 10 \times 10^{10}$	$> 10 \times 10^{10}$	$> 10 \times 10^{10}$	$> 10 \times 10^{10}$



Schematic diagram of dwelling aggregate

Here the completely dried material will be wound up in its hot state in a thermo dwelling box. The hot environment sets special requirements with regard to the turret winder.

After the roll change, the substrate will remain rotating for approx. 5 – 15 minutes in the dwelling chamber, so that the required effect can be formed.

Subsequently the wound up material leaves the dwelling aggregate through a lock chamber.

The trials carried out show that alcohol and oil repellent properties on nonwovens under the selected trial conditions are already feasible after 20 seconds drying/condensation time ((ANTHYDRIN NK). The water column of the substrate is, however, reduced by approx. 20 %.

In order to obtain, in addition to the repellent properties, a constant or improved water column, on the one hand another type of fluorocarbon must be used (e.g. LERTISAN HE 101), and on the other hand the drying/condensation time is extended to a minimum of 30 seconds.

If, besides the water column and the repellent properties, an LAD effect is also desired, approx. 60 seconds dwelling time in the dryer are necessary.

Literature:

[1]: R. Köppe, C. Rant; avr 2 / 2005; page 57 et seq.

[2]: J. Eckert; Textilveredlung 5/6 2005; page 8 et seqq.