

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 41 1990

Udvikling af kemikaliefri
metode til fiksering
af bomuldstekstiler

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

677 : 504.664.43

B13

ex. 3

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 41/1990

Udvikling af kemikaliefri metode
til fiksering af bomuldstekstiler

Tormod Sørensen, Dansk Teknologisk Institut.
Beklædnings- og Textilinstitutet

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

1. Resumé:

Der er foretaget undersøgelser af en række behandlingsfaktorerers indflydelse på de fixeringseffekter, der, som påvist ved tidligere undersøgelser, kan frembringes på 100% bomuldsvarer ved at udsætte varerne for vædnings/tørringsbehandlinger. Fremkomst af mærkbare fixeringseffekter forudsætter gennemvædning af materialet efterfulgt af tørring. Størst forbedring af de opnåede effekter opnås ved gentagelser af behandlingerne op til 5-10 gange. Forøgelse af temperaturen under vandbehandlingen øger også effekten, men forøgelsen ved en given temperaturøgning aftager hurtigt ved temperaturer over ca. 120°. Efter optimering af behandlingerne er opnået en væsentlig reduktion af den skævhed, som fremkommer hos glatstrikkede bomuldsvarer efter vask, samt nogen reduktion af strikvarens vaskekrympning, hvorimod effekten på krøludretnings-egenskaber kun er ringe.

Praktisk gennemførelse af fixering ved gentagne vædnings/tørringsbehandlinger forudsætter maskinudvikling af et betydeligt omfang. Det er et spørgsmål om de hidtil påviste fixerings-effekter er tilstrækkelige til at begrunde et sådant udviklingsarbejde.

2. Indholdsfortegnelse

1. Resumé	side 3
2. Indholdsfortegnelse	- 4
3. Indledning	- 5
3.1. Baggrund	- 5
3.2. Formål	- 9
3.3. Fremgangsmåde	- 9
4. Materialer	- 11
5. Måling af fixering	- 12
6. Metoder til vurdering af beskadigelser	- 14
7. Fixeringsbehandlinger og deres resultater	- 15
7.1. Vædning/lufttørring	- 15
7.1.1. Skævhedsvinkler efter vædning/lufttørring	- 17
7.1.2. Vaskekrympning efter vædning/lufttørring	- 17
7.1.3. Krøludretning efter vædning/lufttørring	- 18
7.2. Dampning/lufttørring	- 19
7.2.1. Skævhedsvinkler efter dampning/lufttørring	- 21
7.2.2. Vaskekrympning efter dampning/lufttørring	- 22
7.2.3. Krøludretning efter dampning/lufttørring	- 23
7.3. Tørring med overhedet damp	- 23
7.4. Mikrobølgebehandlinger	- 25
7.4.1. Effekt af mikrobølgebehandling uden vædning	- 26
7.4.2. Effekt af mikrobølgebehandling efter vædning	- 27
7.5. Fiberbeskadigelser	- 28
8. Diskussion	- 30
Konklusion	- 33
Appendix 1-9	- 34
Litteratur	- 52
Figurer	- 53

3. Indledning

I nærværende rapport redegøres for undersøgelser og resultater fra projektet "Udvikling af kemikaliefri metode til fixering af bomuldstextiler".

Projektet blev muliggjort ved bevilling fra Miljøstyrelsen under udviklingsprogrammet for renere teknologi (Miljøstyrelsen j.nr. M 128-0007), og med støtte fra organisationen Textilindustrien, samt fra A/S Vald. Henriksen. Sidstnævnte firma har bidraget dels med opbygning af apparatur, dels med rådgivning i øvrigt.

Endvidere har Windfeld-Hansens Bomuldsspinderi A/S stillet garn til rådighed. De ved forsøgene anvendte strikprøver er fremstillet hos Kaj Neckelmann A/S, der velvilligt stillede en strikkemaskine til rådighed.

Til projektet har været knyttet en følgegruppe med følgende medlemmer:

Erik Henningsen,	Vald. Henriksen A/S
Aage Feddersen,	TEXTILINDUSTRIEN
Ebbe Hansen,	Dansk Beklædnings- og Textilarbejderforbund
Jane Hedegaard,	Beklædningsindustriens Sammenslutning
Susanne Møller,	Miljøstyrelsen
Karsten Skov,	-
John Hansen,	Dansk Beklædnings og Textil Institut

Projektarbejdet er gennemført på Dansk Beklædnings og Textil Institut, Taastrup, under ledelse af Tormod Sørensen. Størstedelen af de gennemførte behandlinger og målinger er udført af Laila Månsson.

3.1. Baggrund

Som det fremgår af titlen vedrører nærværende projekt fixering af bomuldstextiler.

Ved fixeringsbehandlinger på tekstiler forstås i almindelighed processer, der bidrager til at stabilisere varerne i den form, de indtager under fixeringen. Fixering modvirker generelt varernes dimensionelle ustabilitet, uanset om denne viser sig ved krympning, skævtrækning

eller f.eks. tilbøjelighed til at blive krøllet under brug og vask.

Hos bomuldsvarer har krølbehandling med kvælstof- og formaldehydholdige forbindelser hidtil været den mest almindeligt anvendte fixeringsmetode. Ved denne metode dannes indre tværbindinger i fibre, hvorved udover fixering også opnås forbedring af materialets evne til at rette sig ud efter deformationer som f.eks. bøjning, samtidigt med at vandoptagelsesevnen reduceres.

De konventionelle krølbehandlingsmidler har imidlertid givet anledning til betænkeligheder, først og fremmest på grund af midlernes og de behandlede tekstilers indhold af formaldehyd, som afgives i større eller mindre grad til omgivelserne.

Formaldehyd kan virke direkte hud- og slimhindeirriterende, og kan endvidere fremkalde allergi hos sensibiliserede personer. Yderligere er formaldehyd i Arbejdstilsynets grænseværdiliste optaget på fortegnelsen over stoffer, som anses for at være kræftfremkaldende.

I beklædningsindustrien har formaldehydafgivelse fra behandlede tekstiler været angivet som årsag til kraftige gener hos personale i tilskæreri, systuer og pressestuer. Der har dog i de senere år været en klar tendens til at formaldehydbetingede arbejdsmiljøgener er blevet færre, formentligt fordi indholdet af frit, afgiveligt formaldehyd fra tekstilerne er blevet mindre i kraft af ændrede midler og produktionsmetoder i tekstilindustrien.

Antallet af formaldehydallergikere i Danmark foreligger ikke registreret. Antallet skønnes imidlertid at være ca. 1% af den voksne befolkning 10), men kun ca. 25% af de formaldehydoverfølsomme reagerer på tekstilfinish. Det antages derfor, at ca. 10000 mennesker i Danmark har en tekstiloverfølsomhed, som kan føres tilbage til formaldehyd som allergen.

Problemerne med formaldehydafgivelse fra tekstiler er erkendt internationalt. Japan indførte allerede så tidligt som 1973 restriktioner vedrørende formaldehyd i tekstiler af forskellige kategorier 3) og Finland har i 1987 indført lignende restriktioner 4). Bortset fra beklædning til børn under 2 år er der dog ikke tale om forbud mod brug af formaldehydholdige

midler, men om fastlæggelse af maximalværdier for formaldehydafgivelse fra tekstilerne.

Krølbehandlings indflydelse på det ydre miljø er knyttet til de tekniske processer som udføres på farverier og efterbehandlingsanstalter. Tekstilet påføres en imprægneringsvæske, indeholdende et krølbehandlingsmiddel, en katalysator samt diverse hjælpestoffer.

Krølbehandlingsmidlet er et kommercielt produkt, typisk en 40-50% opløsning af en N-methylolforbindelse, der indeholder op til 1.5% fri formaldehyd. Katalysatoren er ofte magnesiumchlorid eller zinknitrat. De øvrige midler kan f.eks. være nonioniske eller anioniske befugtningsmidler, acrylater, polyethylenoxiddispersjoner eller siliconer. Tekstilet påføres imprægneringsvæske ved neddypning og afpresning af væskeoverskud således at det indeholder 60-80% væske. Umiddelbart derefter føres tekstilbanen ind i en tørremaskine, en såkaldt spændramme, hvor det tørres, og - ofte i samme arbejdsgang - underkastes varmehærdning ved en temperatur på 150-170°C.

Ved varmehærdningen udløses den ønskede tværbindingsreaktion mellem krølbehandlingsmidlerne og cellulosen, men samtidig afgives fri formaldehyd, dels fra det anvendte produkt, dels fra sidereaktioner. Denne frie formaldehyd optræder som luftforurening i afkastet fra spændrammerne. Mængden afhænger af anvendte produkter og produktionsbetingelser og kan variere en del.

Generelt er det realistisk at antage, at der vil blive afgivet formaldehyd i en mængde, der er lidt mindre end indholdet af fri formaldehyd i det anvendte kommercielle produkt. Da denne mængde angives at ligge mellem 0.1 og 1.5% hvor de laveste værdier antageligt svarer til specialprodukter med særligt lavt indhold af frit formaldehyd, vil det formentlig være realistisk at regne med ca. 0.75%. 1) 2). Det totale danske forbrug af formaldehydholdige krølbehandlingsmidler skønnes at være af størrelsesordenen 300 tons/år. Med dette tal som grundlag er der altså tale om en årlig udledning af ca. 2.25 ton formaldehyd.

Krølbehandlingerne bidrager også til spildevandsforurening. Ved behandlinger vil man altid stræbe efter at tilpasse den forberedte mængde imprægneringsvæske til den mængde tekstil, som skal behandles, men der vil i praksis næsten altid være et lille overskud af

imprægneringsvæske, som normalt vil blive udledt sammen med virksomhedens spildevand, hvorefter det volumenmæssigt kun vil udgøre en overordentlig lille del. Skønsmæssigt kan der regnes med at 2-3% af den anvendte mængde krølbehandlingsmiddel d.v.s. 6-9 tons handelsprodukter, svarende til 3-4 tons N-methylolforbindelser, således kommer til at bidrage til spildevandets forurening. Sammen med dette udledes også katalysatorer og hjælpemidler. Som katalysator kan som sagt anvendes magnesiumchlorid, zinknitrat eller evt. andre zinksalte.

Blandt disse er magnesiumchlorid det mest anvendte og kan skønnes at blive brugt i ca. 75% af tilfældene. Det anvendes i form af hexahydrat i en mængde på ca. 15% af krølbehandlingsmidlet. Mængden i spildevandet fra industrien bliver således, forudsat et årsforbrug af størrelsesordenen 300 tons, godt 1 tons magnesiumchloridhexahydrat, svarende til ca. 125 kg magnesium pr. år. Zinknitrathexahydrat anvendes i mængder på ca. 10% af krølbehandlingsmidlets mængde, og totalmængden i spildevandet bliver, under samme forudsætninger som ovenfor 225 kg zinknitrat-hexahydrat svarende til ca. 50 kg zink pr. år. Disse forholdsvis små tal refererer til spildevand fra imprægneringsprocesserne i farverierne. I nogle tilfælde foretages der imidlertid eftervask af de imprægnerede stoffer på farverierne, hvorved rester fra metalsaltkatalysatorer udvaskes. For resten af varerne vil denne udvaskning først ske hos forbrugerne. Der vil herved gradvis blive tale om at praktisk taget alle rester af metalsaltkatalysatorer vil havne i spildevandet. Totalmængderne kan imidlertid ikke angives, idet de stammer dels fra importerede, krølbehandlede varer, dels fra den ikke-exporterede andel af de indenlandsk producerede, og ingen af disse mængder kendes med sikkerhed.

Opmærksomheden omkring formaldehyd medførte dels udvikling af modificerede N-methylolforbindelser med minimeret formaldehydindhold, dels modifikation af produktionsmetoderne, hvilket har medført at indholdet af frit formaldehyd i krølbehandlede tekstiler gradvis er reduceret til et lavere gennemsnits-niveau. Der har også været forsøgt udviklet helt formaldehydfrie produkter. De første af disse viste imidlertid så ringe forbedring af krølgthed at de ikke var tilfredsstillende i praksis. Der er senere kommet nogle få yderligere formaldehydfri midler, men der er stadig diskussion om deres praktiske værdi. 2) 5) 6) 7)

Ved tidligere undersøgelser, som med projektstøtte fra Teknologirådet har været gennemført på Dansk Beklædnings og Textil Institut konstateredes, at der på single jersey varer af 100% bomuld kunne opnås en vis permanent fixering ved gentagne behandlinger bestående af vædning med vand ved temperaturer over 100°C efterfulgt af tørring. Graden af fixering er ved disse undersøgelser konstateret ved måling af den skævhed, som bomulds single jersey varer udvikler ved vask og tumblertørring, idet skævheden var reduceret betydeligt efter de nævnte behandlinger. Det blev endvidere konstateret, at den forøgede fixeringsgrad var ledsaget af nedsat krympning ved vask, ligesom der ved lignende behandlinger udført på vævede varer fandtes en lidt forbedret krølægthed.

Det er således ved de hidtil foretagne undersøgelser konstateret, at der kan opnås en fixeringseffekt på bomuld ved behandlinger bestående af vædning med vand ved temperaturer over 100°C efterfulgt af tørring, d.v.s. ved behandlinger, der er helt kemikaliefri og som ikke efterlader hverken formaldehyd eller andre kemikalier i textilet.

De opnåede fixeringseffekter var imidlertid ikke generelt tilfredsstillende, og de udførte forsøg blev foretaget under laboratoriebetingelser, der afviger fra praktiske produktionsforhold. Der var derfor behov for et videre udviklingsarbejde til klarlæggelse af om og hvordan metoden kan optimeres og til klarlæggelse af de principper, som eventuelt kan bruges ved praktisk udnyttelse af metoden.

3.2. Formål

Formålet med projektet har været at udføre fixeringsbehandlinger på bomuldsvarer ved vædning/tørring under en række forskellige betingelser, og at måle de herved opnåede fixeringseffekter samt eventuelle bivirkninger for herigennem at få klarhed over mulighederne for optimering af fixeringseffekten samt opnå et grundlag for en eventuel videre udvikling af apparatur, hvor bomuldstextiler kan fixeres ved påvirkning af vand og varme.

3.3. Fremgangsmåde

Efter fremskaffelse af textilmateriale gennemførtes en række vædnings/tørringsforsøg, hvor vædningsfasen udførtes under varierende tryk/temperaturbetingelser, idet tørring udførtes separat under ens betingelser. Da tidligere erfaringer tydede på, at dampning principielt havde en lignende effekt som vædning udførtes tilsvarende dampnings/tørringsforsøg.

På grundlag af erfaringerne fra disse forsøg besluttedes at fremstille apparatur, hvor textilmaterialet i oprullet tilstand kunne underkastes gentagne vædnings/tørrings behandlinger eller gentagne dampnings/tørrings behandlinger. Med dette apparatur, som under forsøgene måtte modificeres, således at der kunne bruges såvel varm luft som overheded damp som tørringsmedium, gennemførtes forsøg under en række betingelser og med gentagelser af handlingerne op til 5, 10 og i nogle tilfælde 20 gange for at belyse de effekter, som kan opnås ved batch-behandlinger.

I forbindelse med overvejelser over mulighederne for at gennemføre gentagne vædnings/tørrings behandlinger som continue-processer opstod tanken om at benytte mikrobølgeopvarmning til tørringsformål. Udfra teoretiske overvejelser kunne der være mulighed for, at mikrobølger, udover at virke specifikt opvarmende på vand og derved som tørringsmåde, måske vil have en fixeringsforstærkende effekt i sig selv. Der blev derfor udført en række forsøg, hvor ophedning af tekstiler samt egentlig tørring er foretaget ved mikrobølgepåvirkning.

4. Materialer

Ved undersøgelserne er brugt en til formålet fremstillet glatstrikket vare, fremstillet på en rundstrikkemaskine med lille diameter. Varen er strikket af råbomuldsgarn i form af kæmmet enkeltgarn af Peru bomuld i nummeret Ne 30 (svarende til 19,7 Tex). Garnet var stillet til rådighed af Windfeld-Hansens Bomuldsspinderi A/S. Al strikket materiale er fremstillet af garn fra samme sending. Strikningen er udført hos Kaj Neckelmann A/S, Silkeborg, på en specialrundstrikkemaskine med finhed 28, 3.5 tommes diameter og kun ét system. Varen foreligger i form af en rundstrikket "slange", som i fladt udbredt tilstand har en bredde på ca. 11 cm. Maskinen indstilledes til at give en gennemsnits-maskelængde på 0,312 cm, hvilket svarer til tæthedsfaktoren 14,2. (Tæthedsfaktor er defineret som kvadratroden af garnnummeret i Tex divideret med maskelængden i cm). Under strikningen mærkedes varen med regelmæssige mellemrum med en streg, der angiver maske-rækkernes retning. Maskestavenes retning er markeret ved at der ét sted på maskinomkredsen er fjernet en nål.

Ved en del af forsøgene er anvendt vævet, bleget bomuldsstof. Det anvendte stof er lærredsvævet med enkeltgarner i såvel kæde som skud og har indstillingen:

Kæde: 16 Tex/32 garner pr. cm.

Skud: 14 Tex/30 garner pr. cm.

Vægten er ca. 100 gram pr. kvadratmeter

5. Måling af fixering

I spundne garner vil de enkelte fibre være tvunget ind i en gennemsnitligt spiralformet struktur, hvor de enkelte fibre ligger under større eller mindre spændinger, hvilket medfører, at garnerne har en tilbøjelighed til at sno sig op. I strikvarer vil denne opsno-ningstilbøjelighed medføre maskevridninger, som i glatstrikkede strukturer viser sig som skævtrækning af varen. 9). I praksis kan dette vise sig ved at f.eks. bukseben "vrider sig" således at de langsgående sømme kommer til at forløbe skævt. Effekten udløses normalt først i fuld udstrækning efter vask. En fixering vil reducere garnernes opsnoingstilbøjelighed og dermed skævtrækningstendensen. 8). Vaskekrympning kan også reduceres ved fixering, men da krympning ikke blot er betinget af aflastning af spændinger i varerne, men også i høj grad af at fibrene og dermed garnerne kvælder, d.v.s. bliver tykkere i våd tilstand, har fixering ikke så direkte effekt, medmindre fixeringen specifikt og effektivt modvirker vandopsugning, hvilket ikke vil være hensigtsmæssigt hos bomuld.

Som metode til måling af fixering er her først og fremmest brugt måling af skævhedsvinklen hos glatstrikkede varer. Ved strikningen vil maske-rækker og maskestave i en glatstrikket vare principielt komme til at danne en ret vinkel med hinanden. Efter vask vil vinklen afvige fra 90° , og skævhedsvinklen defineres som denne vinkelafvigelse. Skævheden udvikles ikke fuldstændigt ved én gangs vask, men stiger ved gentagelser af vasken indtil den har nået en ligevægtsværdi, der med stor sikkerhed kan regnes opnået efter 10 ganges vask. Skævhedsvinkel efter 10 ganges vask anvendes derfor generelt som et mål for fixeringen. For at give så fri mulighed for skævhedsudvikling som muligt, bliver de rundstrikkede prøver klippet op i en linie modsat markeringen af maskestavenes retning, og al vask samt målinger af skævhedsvinkler, der foretages med en vinkelmåler mindst to steder på hver prøve, foretages på de opklippede prøver.

Derudover er i mange tilfælde også målt vaske-krympning. Vask foretages i en husholdnings-vaskemaskine (Miele W425) ved 95°C på normal-program med 3,5 kg maskinfyldning, opnået ved at fylde op med andre bomuldstrikotagestykker. Tørring sker ved at overføre materialet til en

opvarmet tumbler, der er indstillet til indgangslufttemperatur 100°C, og tørre indtil udgangslufttemperaturen, som efter ifyldning af vådt tøj falder til mellem 40 og 50°, er steget til 65°C.

På vævede varer anvendes krøludretningsvinkel, bestemt efter DIN 53 891. I nogle tilfælde er også foretaget en orienterende vurdering af Durable Press Rating på 1 gang vaskede prøvestykker, idet der benyttes AATCC Test Method 124-1984.

6. Metoder til vurdering af beskadigelser

Ved nogle af de benyttede behandlingsbetingelser er opstået beskadigelser af bomulden.

Disse beskadigelser er vurderet dels ved måling af tekstilernes mekaniske styrke, målt ved deres bristestyrke, dels ved bestemmelse af bomuldens fluiditet, der giver et mål for den kemiske nedbrydning af bomulden.

Til måling af mekanisk styrke af strikvarer anvendes bristestyrkemålinger, der foretages på et apparat, hvor stoffet fastspændes over en cirkulær, elastisk membran, som pumpes op og presser mod det fastspændte stof indtil det brister. Som mål for styrken tages trykket i den hydraulikvæske, som pumper membranen op, i det øjeblik, hvor stoffet brister. Bestemmelserne er i princippet udført efter DIN 53 861, dog med et prøvefladeareal på 10 kvadratcentimeter. Resultaterne angives normalt som gennemsnit af 5 enkeltbestemmelser.

Baggrunden for fluiditetsmålingerne er, at cellulose er en højpolymer forbindelse, der ligesom mange plaststoffer består af meget lange, kædeformede molekyler. Ved kemiske og visse fysiske påvirkninger kan en del af disse lange molekyler gå i stykker således at den gennemsnitlige molekyllængde formindskes. Mindre ændringer i gennemsnitsmolekyllængde er ikke mærkbar på fibrenes styrke, men større ændringer viser sig som udtalte styrketab. Man kan få et relativt indtryk af middelmolekyl-længden ved at opløse cellulosen og måle opløsningens viskositet, idet viskositeten falder med faldende middel-molekyllængde. Som opløsningsmiddel er her brugt kobberethylen-diamin, og opløsningernes viskositet måles i kalibrerede udløbsviskosemetre. Resultatet udtrykkes normalt som fluiditet, d.v.s. det modsatte af viskositet, idet vi herved opnår tal, der stiger med graden af beskadigelse. Fluiditeten udtrykkes her i enheden Rhe (der er defineret som reciprokke Poise)

Metoden er ret følsom. Råbomuld viser en fluiditet på 1-2. Almindelige blegningsbehandlinger forøger fluiditetstallet, men behandlingerne betragtes som acceptable, hvis de ikke forøger fluiditeten til mere end 5. Mekaniske styrketab er normal først mærkbare ved fluiditeter over 10.

7. Fixeringsbehandlinger og deres resultater

7.1. Vædning/lufttørring

Der er gennemført en serie undersøgelser i en laboratorieautoklave, som kan bruges ved tryk op til 12 ato.

Autoklaven er opvarmet af elektriske varmelegemer, der ligger i en kappe omkring autoklavens stålbeholder. Den er forsynet med en termostat, styret af en termoføler i en termometerlomme i bunden. Denne styring bruges dog kun til omtrentlig styring af betingelserne. Den egentlige styring sker manuelt ved at holde manometeret på det ønskede tryk ved at åbne og lukke for dampventilen.

Vævet bomuldsledsagestof i form af en 24 cm bred strimmel foldes på langs, således at der opnås en strimmel på 12 cm bredde. Den ca. 11 cm brede strikprøve lægges ovenpå det vævede stof, idet den afrulles direkte fra rullen, og eventuelt fæstes på det vævede stof. Den dannede "sandwich" har normalt en længde svarende til, at den kan opdeles i 5 stykker med hver mindst to muligheder for at måle vinklen mellem maskerækkers og maskestaves retning. Denne "sandwich" opvikles glat, men med så ringe spænding som muligt på en perforeret cylinder af rustfrit stål (16,5 cm høj, 5,0 cm diameter), idet stoffet stedvis fæstes ved syning.

Autoklaven påfyldes vand i en sådan mængde at cylinderen med stof er totalt neddyppet når den placeres på autoklavens bund. Vandet opvarmes til knap 100°. Cylinderen nedsættes i vandet, låget påsættes og fastskrues. Opvarmningen fortsættes indtil det ønskede tryk er opnået, idet der under opvarmningen lukkes damp ud nogle gange for at uddrive al luft. Det ønskede tryk (± 0.2 bar) opretholdes nu, ved at åbne og lukke dampventilen, i et tidsrum på 30 minutter. Derefter slukkes for opvarmningen og der afkøles hurtigst muligt. Så snart trykket er aflastet nok, åbnes autoklaven, cylinder med stof udtages, afpresses i et håndklæde og tørres i varmeskab ved 110°C. En stoflængde afklippes, og der fortsættes med næste behandling indtil 5 behandlinger er gennemført. Disse autoklaveforsøg er udført ved følgende tryk/temperaturbetingelser:

1,0 ato/120°
2,2 ato/135°
3,8 ato/150°
6,0 ato/165°
9,0 ato/180°

I tilknytning til disse autoklaveforsøg er udført en række forsøg, hvor strikket og vævet stof, oprullet på samme måde, neddyppes 5 minutter i spilkogende vand, hvorefter det afpresses i håndklæde og tørres i varmeskab ved 110°. Denne behandling gentages ialt 10 gange, og der udtages prøver efter 2, 4, 6, 8 og 10 behandlinger.

Endvidere er der udført nogle autoklaveforsøg på vævet stof alene med det formål at få yderligere materiale til bestemmelse af krøludretningsvinkel.

Endelig er der udført nogle forsøg på specialapparat, hvor ikke alene vandbehandling, men også tørring er sket i selve apparatet, der er således konstrueret, at varm luft kan blæses gennem det på perforeret stålør opviklede textilmateriale. Dette apparat har været benyttet i to udformninger, jfr. 7.2, og det ved vandbehandlingerne benyttede apparats principielle opbygning fremgår af fig. 2. Fremgangsmåden var følgende: Uopskåret strikket stof opvikles på perforeret stålør sammen med vævet bleget bomuldsstof på tidligere beskrevet måde. Tørvægt af stålør plus stof bestemmes. Stoffet anbringes i apparatets beholder, der fyldes til op over stofniveau med 90-95° varmt demineraliseret vand. Beholderen lukkes og ved tilledning af damp fra bunden og udluftning gennem en af afgangene foroven bringes trykket op på det ønskede niveau og holdes her, med en tolerance på $\pm 0,2$ atm ved at regulere på damp- og udlukningsventil, i 5 min efter at niveauet er nået. Derefter lukkes vand ud gennem textilmaterialet og restvand i bunden af beholderen gennem bundafgangsrøret. Trykluft tilledes nu via den elektrisk opvarmede overheder således at varm luft blæses gennem det oprullede textilmateriale i retning udefra-ind gennem det perforerede stålør. Lufttemperaturen bringes op til niveauet 125-135°. Tørring fortsættes i ca. 15 min, hvilket erfaringsmæssigt via kontrol af vægten af rør med textilmateriale var tilstrækkelig til at sikre fuld tørring. Der er udført forsøg med vandtemperatur ca. 120° (1 ato) og ca. 143° (3 ato) med op til 10 gentagelser.

7.1.1. Skævhedsvinkler efter vædning/lufttørring

Som tidligere nævnt udløses skævheden ved vask/tumblertørring, og vinklen forøges almindeligvis ved gentagelse af vask-behandlingen indtil den har nået en endelig værdi efter 8-10 ganges vask. Dette generelle forløb fremgår af appendix 1A, der gengiver resultaterne af skævhedsvinkelmålinger efter 1,3,5,8 og 10 ganges vask på samtlige prøver ved samtlige behandlinger.

Af appendix 1A fremgår, at der er opnået forøget fixeringseffekt med forøget temperatur under vandbehandlingerne, men samtidigt ses, at effekten af temperaturforøgelse er størst ved de forholdsvis lave temperaturer under ca. 130°. Det er tydeligt, at gentagelse af behandlingerne har større effekt end temperaturstigning.

De i appendix 1B viste resultater fra vædning/lufttørringsforsøg i specialapparat viser lidt mindre effekt på skævhedsvinklen end ved tilsvarende behandlingsbetingelser i appendix 1A. Dette skyldes sandsynligvis den kortere behandlingstid i vand.

7.1.2. Vaskekrympning efter vædning/lufttørring

På de autoklavebehandlede strikprøver er foretaget målinger af længdekrympning efter vask, idet der foretages opmåling af afstanden mellem de markeringer af maskerækkernes retning, som er foretaget allerede i forbindelse med strikning. Opmålingerne foretages to steder på hver prøve, første gang efter vædnings/lufttørrings-behandlingerne og dernæst efter 10 ganges vask. Resultaterne fremgår af appendix 2 A. Der ses en helt klar tendens i retning af reduceret længdekrympning ved forøget behandlingstemperatur og forøget antal behandlinger. Det må imidlertid bemærkes, at den her målte krympning naturligvis er afhængig af hvor meget strikvarerne har kunnet krympe under vædnings/tørringsbehandlingerne, og denne krympning er ikke målt. Man må derfor være forsigtig med at drage konklusionen udfra tallene.

Ved den senere udførte serie af forsøg på specialapparat er der foretaget længdemåling på stofferne ved oprulning før behandling og umiddelbart efter afrulning efter afsluttede behandlinger, hvorved fås en registrering af den længdekrympning, som har fundet sted under behandlingerne. Endvidere kendes det ubehandlede stofs total-længdekrympning efter 10

ganges vask. Hvis der ikke er sket nogen fixering under behandlingerne må der ved vask af de behandlede stoffer forventes en rest-krympning, som er total-krympningen minus krympningen under behandlingerne. I appendix 2B er angivet længdekrympninger under behandlingerne, forventet rest-længdekrympning samt faktisk konstateret længdekrympning efter 10 ganges vask. Det ses, at den konstaterede krympning i de fleste tilfælde er mindre end den forventede og at der er en tendens til at forskellen forøges med stigende antal behandlinger.

7.1.3. Krøludretning efter vådning/lufttørring.

Krøludretning er bestemt efter tysk standard DIN 53891. Bestemmelsen udføres ved at folde stofstrimler af størrelsen 15 x 30 mm og belaste den således foldede strimmel 5 min med et lod på 1000 gram, herefter frigøre den således foldede strimmel og anbringe den i et specialapparat, hvor den får lov at rette sig ud i 5 min. under definerede betingelser, og man måler den vinkel, som strimmelen to ben har rettet sig ud til. Der udføres 6 enkeltmålinger i stoffets skudretning og 6 i kæderetningen.

Målinger er kun udført på det vævede bomuldsstof. Ved den første serie autoklaveforsøg behandlede strikvaren, der jo er fremstillet af rå bomuldsgarn, sammen med det vævede stof. Ved behandlingerne kan der være afgivet bomuldsvoks og andet materiale fra det strikkede til det vævede stof. Der er derfor foretaget en vask og en let strygning før måling af krøludretning.

I en yderligere serie autoklaveforsøg er vævet bomuldsstof behandlet alene. Krøludretningsvinklerne er her målt på stof, der ikke har fået nogen yderligere behandling efter vådning/tørring. Der er endvidere foretaget en orienterende vurdering af Durable Press Rating efter én gangs vask og tumbler-tørring. Denne vurdering foretages ved at sammenligne med plastafstøbninger af stoffer med forskellig grad af "krøllethed", idet grad 5 angiver helt glat stof og grad 1 stærkt krøllet stof. Resultaterne af disse målinger ses i appendix 3A.

Generelt må de opnåede værdier for krøludretning betegnes som utilfredsstillende lave, selv om der er sket en forøgelse af krøludretningsvinkelen når den sammenlignes med det ubehandlede stof. Ved konventionelle krølbehandlinger

opnås som sum af kæde- og skudværdier oftest værdier på langt over 200°. DP Rating værdierne er ligeledes utilfredsstillende.

Krøludretningsvinklerne synes at vise en tendens til stigning ved forøgelse af behandlingstemperaturen op til 140-150° for derefter tydeligt at falde. Dette har sandsynligvis sammenhæng med at bomulden viser tydelige beskadigelser efter behandlingerne ved de høje temperaturer, jfr. afsnit 7.5.

Efter vædning/lufttørningsbehandlinger i specialapparat er opnået de i appendix 3B anførte resultater. Heller ikke ved disse behandlinger er opnået særlig høje krøludretningsvinkler.

7.2 Dampning/lufttørring

En første serie dampningsforsøg udførtes i samme autoklave, som benyttedes ved vædnings/lufttørningsforsøgene, men ved dampbehandlingerne var autoklaven forsynet med en indsats, hvorpå cylinderen med det opviklede stof anbringes således at det befinder sig i rummet over vandoverfladen. Yderligere blev det opviklede stof yderst dækket med et ekstra lag strikket stof for at beskytte mod strålevarme fra autoklavens vægge. Ved forsøgene er autoklaven kun påfyldt så meget vand at den nederste del af textilmaterialet befinder sig mindst 10 cm over vandoverfladen og adskilt herfra af en perforeret stålplade. Behandlingerne gennemførtes iøvrigt under samme betingelser som vand-autoklaveforsøgene. Tørring efter dampning skete således i varmeskab. Ved damp-autoklaveforsøgene skete en tydelig afgivelse af ledsagestoffer fra strikvarens råbomuldsgarner til det blegede bomuldsstof. Der udførtes derfor en serie dampnings-autoklaveforsøg med bleget bomuldsstof alene.

Da dampnings-autoklaveforsøgene tydede på, at dampning/tørring var stort set lige så effektivt fixerende som vædning/tørring, fremstilledes et specialapparat, hvori kunne udføres såvel dampning som tørring. Den centrale del af apparatet er en cylindrisk beholder af rustfrit stål, som centralt i bunden er forsynet med et tilledningsrør, hvorpå kan fastskrues en holder til fastholdelse af det perforerede stålrør, hvorpå strikvare m.v. er oprullet under behandlingerne. Beholderen, der har en indre diameter på

15 cm og en højde på 30 cm har endvidere en afledning fra bunden, samt en afledning for oven til en sikkerhedsventil, og kan lukkes for oven med et skruelåg. Denne beholder forsynes med tilledning for damp og for trykluft, idet luften først føres gennem en luftvarmer, bestående af spiralsnoet kobberør, der sammen med elektriske varmelegemer er indstøbt i metal. Luftopvarmningen styres via en termoføler som anbringes på røret lige efter luftvarmeren. Apparatets generelle opbygning fremgår af fig. 1. Med dette apparat kan udføres dampningsforsøg hvor damp med et defineret indgangstryk ledes indefra-ud gennem de opviklede textillag, hvorefter textilmaterialet kan tørres ved gennemblæsning med opvarmet luft. Med dette apparat er gennemført en række forsøg med varierende dampningstider og antal behandlinger. Der er ved alle disse forsøg arbejdet med et indgangsdamptryk på 2,2 ato, og tørringsluftens temperatur har været 100-110°. Under tørringen er beholderlåget åbent.

Ved dampningsforsøgene i autoklave såvel som ved forsøgene i apparat svarende til fig. 1 fandtes gennemgående resultater, der kun afviger lidt fra forsøg, hvor stoffet har været bevidst vædet med vand. Såvel ved autoklaveforsøgene som ved apparatforsøgene er i adskillige tilfælde konstateret, at textilmaterialet faktisk har været vådt inden tørring. Dampning kan imidlertid i praksis gennemføres uden at materialet nødvendigvis vådes.

Der er derfor yderligere udført en serie dampningsforsøg i specialapparat af ændret type (jfr. fig. 2). Ved den her benyttede fremgangsmåde sker dampgennemblæsning udefra-ind gennem det opviklede textilmateriale, og det er her tilsigtet i så vidt omfang som muligt at undgå at der kondenseres vand i materialet. Forsøgene er udført på følgende måde: Strikvare og vævet vare opvikles på sædvanlig måde på cylindrisk perforeret stålhylster. Tørvægt af hylster plus textilmateriale bestemmes. Hylster med tekstil anbringes i beholderen, der er forvarmet ved at blæse varm luft igennem indtil temperaturen i bunden er ca. 120°. Efter lukning af låg tilledes damp, der reguleres på ventilerne for damptilledning og afgang således at der - under dampgennemstrømning udefra-ind gennem textilmaterialet - opretholdes det ønskede tryk i beholderen i 5 minutter, idet der samtidigt hyppigt lukkes eventuel kondensat ud fra bunden af beholderen. Efter 5 min. lukkes for damp og der tilledes trykluft via luftvarmeren, således at luften passerer udefra-ind gennem textilmaterialet. Under

luftgennemblæsning holdes trykket i beholderen på ca. 0,2 ato. Luftvarmeren er indstillet til at bringe lufttemperaturen ved indgangen foroven i beholderen op på 125-135°. Der tørres normalt i 10 minutter, hvorefter materialet tages ud og vejes for at kontrollere at vægten er bragt ned til tørvægt; hvis ikke fortsættes tørringen yderligere i ca. 5 min. med efterfølgende kontrol. Der udtages prøver efter 2, 4, 6, 8 og 10 behandlinger.

7.2.1. Skævhedsvinkler efter dampning/lufttørring

De i autoklaven dampbehandlede strikprøver vaskedes og tumblertørredes på sædvanlig måde og skævhedsvinkler målttes efter 1, 3, 5, 8 og 10 vask. Resultaterne er anført i appendix 4A.

Efter 10 ganges vask er der ved 1 ato, 2,2 ato og 3,8 ato konstateret lidt højere vinkler end på de tilsvarende vandbehandlede prøver, men ved de høje tryk (6,0 ato og 9,0 ato) noget lavere. Generelt er der dog kun lidt forskel mellem vand- og dampbehandlede prøver fra autoklaveforsøgene, og det gælder også her, at gentagelser har større virkning end temperaturforøgelse.

Dampning/lufttørring i specialapparat med dampgennemblæsning indefra-ud er udført på en række forskellige måder, og de herved opnåede resultater findes i appendix 4B og 4C. I appendix 4B ses, at gentagelser medfører tydelig nedsættelse af skævhedsvinklen. Dampningstiden pr. behandling bør være mindst 5 minutter for at opnå fuld effekt. Ved de her udførte forsøg er effekten af en gentagelse næsten konstant op til 10 behandlinger, men det må antages at effekten pr. gentagelse vil aftage. Et enkelt forsøg med op til 30 gentagelser giver dog ikke noget klart billede.

I appendix 4C er vist resultater fra forsøg, hvor 3, henholdsvis 9 behandlinger, hver af 2,5 minuts varighed, efterfølges af én væsentlig længere dampningsbehandling. Det ses af disse resultater, at effekten først og fremmest er bestemt af antal gentagelser, hvorimod dampningstidens længde (udover ca. 5 min) ikke i sig selv har nogen betydning. Eksempelvis ses, at 10 behandlinger, hvoraf de 9 første har en dampningstid på 2,5 min, medens den sidste har dampningstid på op til 77 minutter, ikke giver klart bedre resultater end 10 behandlinger, der alle har 2,5 minuts dampningstid.

Dampningsforsøgene i det ændrede apparat, hvor dampgennemblæsning sker udefra-ind gennem textillagene på en sådan måde at kondensering af vand i tekstilerne eller anden direkte vædning så vidt muligt undgås, gav de i appendix 4D viste resultater. Det ses her klart, at de opnåede skævhedsvinkler gennemgående er væsentligt højere end ved de tidligere dampningsforsøg, d.v.s. at fixeringseffekten er væsentligt lavere. Dette skyldes utvivlsomt det lavere vandindhold. Ved at sammenligne skævhedsvinklerne ved forsøg, hvor dampning med mættet damp er sket ved henholdsvis 1, 2 og 3 atø kan ses en svag forbedring af effekten med stigende damptryk.

Den forholdsvis gode effektivitet ved de tidligere nævnte dampningsforsøg må tilskrives, at textilmaterialet p.g.a kondensation faktisk har været vædet med flydende vand.

7.2.2. Vaskekrympning efter dampning/lufttørring

Vaskekrympninger i længderetningen på de i autoklave dampbehandlede strikprøver er anført i appendix 5A. Der er en tydelig tendens i retning af mindre vaskekrympning med forøget temperatur under behandlingerne og med forøget antal behandlinger, d.v.s. tilsyneladende en sammenhæng mellem fixeringsgrad og vaskekrympning. Dog må bemærkes, at der ikke her er foretaget måling af dimensionsændringerne under selve behandlingerne.

I appendix 5B er vist resultater fra dampning/lufttørringsbehandlinger med dampgennemblæsning indefra-ud, udført i specialapparat som vist i fig. 1. Der er ved disse forsøg foretaget længdemåling på stofferne ved oprulning før behandling og umiddelbart efter afrulning efter behandlingerne, og dermed registrering af længdekrympningen under behandlingerne. Endvidere er målt total-længdekrympning på det ubehandlede stof efter 10 ganges vask. Hvis der ikke er sket nogen fixering under behandlingerne må der ved vask af de behandlede stoffer forventes en rest-længdekrympning, som er totalkrympningen minus krympningen under behandlingerne. Denne forventede restkrympning er udregnet og angivet i tabellen for en række behandlinger sammen med den længdekrympning, som faktisk er konstateret efter 10 ganges vask. Det ses, at den konstaterede krympning er mindre end den forventede, og at der er tydelig tendens til at forskellen forøges med stigende antal behandlinger.

I appendix 5C er vist tilsvarende værdier fra den sidste serie dampningsforsøg, hvor fixeringseffekterne generelt var mindre. Også her kan ses samme tendens.

7.2.3. Krøludretning efter dampning/lufttørring

Krøludretningsvinkler, bestemt efter DIN 53 891 samt Durable Press Rating, bestemt orienterende efter AATCC Test Method 124-1984, er målt på vævet stof, som har været dampbehandlet i autoklave under en række betingelser.

Ved den første serie behandlinger var strikvaren, som er fremstillet af råbomuldsgarn, viklet op sammen med den vævede vare, og under behandlingerne blev den blegede, vævede vare ret kraftigt forurenset med ledsagestoffer fra strikvaren. Den vævede vare blev derfor vasket og strøget let inden målingerne af krøludretningsvinkel. Da dette kan have påvirket egenskaberne er der gennemført en anden behandlingsserie, hvor kun vævet stof behandles. Krøludretningsvinklerne er her bestemt på stof, der ikke har fået yderligere behandling efter dampning/tørring. Resultaterne ses i appendix 6.

Generelt må de opnåede krøludretningsværdier og DP Rating værdier betegnes som utilfredsstillende lave. Der er ganske vist opnået en forbedring af krøludretningsvinklerne, men den er ringe i sammenligning med den forbedring, som normalt opnås ved konventionel krølbehandling, hvor summen af kæde- og skududretningsvinkler er langt over 200°, og DP Rating mindst ca. 4.

Krøludretningsvinklerne viser tydelig stigning ved stigende behandlingstemperatur op til ca. 135° og derefter et klart fald ved behandlingstemperaturer over 150°. Sidstnævnte fænomen har formentligt sammenhæng med, at de ved høj temperatur damp-autoklavebehandlede stoffer er tydeligt beskadigede, jfr. afsnit 7.5.

7.3. Tørring med overhededet damp

I forbindelse med overvejelser vedr. eventuelle praktiske udførelse af vædnings/tørringsbehandlinger besluttedes det at undersøge effekten af overhededet damp som tørringsmedium. Til formålet benyttedes det tidligere skitserede specialapparat fig. 2, hvor luft eller damp kan

blæses gennem det oprullede materiale i retning udefra-ind.

Der er med dette apparat udført vædnings/tørringsforsøg og dampnings/tørringsforsøg med overhededet damp som tørringsmedium.

Vædnings/tørringsforsøgene er udført på strik-vare, der sammen med vævet bleget vare er opviklet på perforeret cylindrisk stålhylster på sædvanlig måde. Hylster med stof anbringes og fastskrues i beholderen. Demineraliseret vand, der på forhånd er opvarmet til 90-95° hældes i beholderen indtil hylster med stof er helt dækket, hvorefter beholderen lukkes og der tilledes damp fra bunden under lejlighedsvis udluftning fra afgangsrør foroven i beholderen for at uddrive al luft. Når det ønskede tryk er nået, opretholdes det i 5 minutter ved at regulere på afgangshane og dampventil. Derefter åbnes for det centrale afgangsrør fra beholderens bund, således at størstedelen af vandet uddrives efter passage gennem tekstilmaterialet, og det sidste vand lukkes ud fra afgangsrøret i selve bunden. Der åbnes for damptilførsel via overhederen og reguleres på afgangshanen således, at der opretholdes 1 ato i beholderen. Dampgennemstrømning fortsættes indtil termometeret i bunden af beholderen viser 140° og derefter yderligere i 10 minutter, idet overhederen indstilles således, at termometeret i beholderens bund efter de 10 minutter viser mellem 148° og 155°. Vædning/tørring gentages ialt 10 gange, idet der udtages prøver efter 4, 8 og 10 behandlinger. Der er udført forsøg ved 1 ato og ved 3 ato under vandbehandlingen. Resultaterne af målingen af skævhedsvinklen efter 10 ganges vask er anført i appendix 7 tabel A.

Ved sammenligning med appendix 1B, der viser resultater af tilsvarende forsøg, hvor tørring er sket med varm luft, ses, at der ved at udføre tørringsbehandlinger med overhededet damp opnås samme eller muligvis endda lidt bedre effekt.

Der er tillige i samme apparat udført forsøg med dampning med mættet damp efterfulgt af tørring med overhededet damp. Fremgangsmåden er den samme som ovenfor beskrevet, bortset fra at der i stedet for 5 minutters behandling med vand ved henholdsvis 1 og 3 ato udføres 5 minutters behandling med mættet damp ved 1 ato, 2 ato og 3 ato, ligesom der ved de fleste betingelser er gennemført op til 20 behandlinger. Resultaterne af efterfølgende målinger af skævhedsvinkler fremgår af appendix 7 tabel B.

Ved sammenligning med appendix 4D, som giver resultater fra tilsvarende forsøg, men med lufttørring, ses at der er opnået stort set samme effekter med overhedet damp. Generelt er effekterne beskedne, men dette må tilskrives at det faktiske fugtighedsindhold under disse dampningsforsøg har været begrænset, fordi der ikke er sket kondensering af damp i materialet.

7.4. Mikrobølgebehandlinger

Ved den eventuelle praktiske gennemførelse af gentagne vædnings/tørringsbehandlinger kunne tørring med mikrobølger eller dielektrisk stråling være en praktisk mulighed som element i forbindelse med kontinue-behandling, der i givet fald må gennemføres på maskiner, hvor en tekstilstof-bane passerer vekselvis gennem felter, hvor banen henholdsvis vådes og tørres.

Det kan på forhånd ikke udelukkes, at behandlinger med mikrobølger eller dielektrisk stråling kunne have en speciel effekt udover tørring. Baggrunden herfor er fixerings generelle natur. Textilfibre vil altid under fabrikationen blive tvunget ind i former, som afviger fra deres naturlige. Som eksempel kan tages spinding, hvor fibrene under bl.a. bøjninger og vridninger bibringes en gennemsnitligt spiralformet struktur, eller vævning og strikning, hvor garnerne først og fremmest udsættes for bøjninger. De fleste fibre i råvarer har derfor indre spændinger, idet kædemolekyler og andre strukturelementer på grund af diverse indre tværbindinger kun i forholdsvis ringe grad har tilpasset sig den påtrykte ydre form.

Fixeringsbehandlinger indebærer altid en påvirkning, der bryder en del af de indre tværbindinger, som er under spænding, således at kædemolekyler og andre strukturelementer kan bevæge sig indbyrdes henimod positioner, som svarer bedre til den påtrykte ydre form. Denne indre relaxation udløses hos syntetiske fibre ved tør ophedning, der aktiverer termiske molekylesvingninger i en sådan grad, at tværbindinger brydes, og ved hydrofile fibre som cellulose og uld opnås lignende effekter ved påvirkning fra indtrængende vandmolekyler, hjulpet af øget temperatur. Effekten af mikrobølger beror som bekendt på, at strålingen aktiverer vandmolekyler til kraftige molekylebevægelser, der medfører temperaturstigninger. Effekten er forholdsvis specifikt virkende på polære molekyler som især vand, men der sker

også en vis virkning på andre molekyler. Da netop molekylsvingninger er væsentlige for den generelle fixeringsmekanisme, kunne mikrobølgepåvirkning tænkes at have en vis fixeringseffekt udover den, der skyldes vædning og tørring.

Med denne baggrund er udført en række forsøg med mikrobølgebehandling.

Til formålet er anvendt en konventionel mikrobølgeovn: Philips, type M 730

Ovnen arbejder med mikrobølger med frekvensen 2450 MHz. Den er forsynet med en indstillingsknap, beregnet til at stille effekten, samt med muligheder for indstilling af behandlingstiden. Effektindstillingen fungerer ved at holde generatoren tændt i en del af den indstillede behandlingstid.

Det er væsentligt for fixeringsforsøgene at textilmaterialet er fastholdt i en ønsket form under behandlingerne. Ved mikrobølgeforsøgene benyttes udelukkende strikvaren, der foreligger i form af en rundstrikket vare med en omkreds på ca. 22 cm. Til fastholdelse bruges rektangulære plader med en bredde på 108 mm og en tykkelse på 7 mm, svarende til en omkreds på 23 cm. Den rundstrikkede vare fastholdes ved at den trækkes over pladen, hvorved den udspændes lidt i bredderetningen. Til yderligere fastholdelse er pladerne forsynet med huller således at strikvareprøverne kan fastholdes ved syning.

Plader blev først fremstillet i plexiglas, men dette materiale viste sig uegnet, idet det ret hurtigt blev blødt ved mikrobølgepåvirkning. Der er endvidere arbejdet med plader af polyester, som er rimeligt velegnet, men som i adskillige tilfælde viste sig stedvis at indeholde rester af formentligt ufuldstændigt polymeriseret materiale, som aktiveredes af mikrobølger med det resultat, at pladerne stedvis bulede op og i nogle tilfælde blev helt deformeret. Det mest stabile materiale viste sig at være Pyrex-glas, og plader af dette materiale er brugt ved størstedelen af forsøgene.

7.4.1. Effekt af mikrobølgebehandlinger uden vædning

Der er udført en række forsøg, hvor strikvarer udsættes for mikrobølgebehandling uden forudgående egentlig vædning af stoffet, der altså kun indeholder den mængde fugt, som det har

optaget under konditionering ved 65% relativ fugtighed og 21°C (d.v.s. ca. 8% beregnet på tørvægt).

Forsøgene er dels udført på stof, der er trukket på Pyrex glasplader, dels på stof, der er trukket på en ramme af polyesterplast, idet rammens ydre dimensioner svarer til glaspladen.

Ved sidstnævnte forsøg sker en større del af absorptionen af energien fra mikrobølgerne i strikstoffet end i førstnævnte, hvor glaspladen absorberer en del. Forsøgene udføres ved at lægge 2 plader med strikprøve ind i ovnen og placere dem på porcelænsunderstøtninger ca. 5 cm over ovnbunden, udsætte dem for mikrobølger ved effekttrin 10, tage pladerne ud, lade dem afkøle og derefter gentage. Opholdstiden i ovnen pr. gang har i de forskellige forsøgsrækker været fra 0,5 til 8 minutter, Antallet behandlinger har maksimalt været 20. Der har normalt været brugt to strikprøver for hver behandlingsvariant. Efter afsluttede behandlinger er alle prøver vasket 10 gange og skævhedsvinklerne målt.

Resultaterne (gennemsnit af de to prøver) fremgår af appendix 8A. Det ses, at der ikke i noget tilfælde er opnået skævhedsvinkler under 21°.

På samtidigt vasket ubehandlet materiale er fundet en gennemsnits-skævhedsvinkel på 21,5° med et statistisk 95% sikkerhedsinterval fra 21,0 til 22,0 grader.

De på mikrobølgebehandlede prøver fundne skævhedsvinkler afviger således ikke fra ubehandlede prøver, og mikrobølgebehandling uden forudgående vædning har altså ingen effekt.

7.4.2. Effekt af mikrobølgebehandling efter vædning

Der er foretaget en række forsøg hvor strikvare på glasplade er vædet til en vandoptagelse på 100% af varens vægt.

Det våde stof på glasplade anbringes derefter i den ventilerede mikrobølgeovn på porcelænsunderstøtninger, hævet ca. 5 cm over ovnens bundplade. Efter den for vedkommende forsøgs-serie bestemte tid blev pladen udtaget og det kontrolleredes at vægten var bragt ned til mindst den til varens konditionerede tilstand svarende vægt. Behandlingerne gentoges op til 20 gange.

De efter 10 ganges vask målte skævhedsvinkler fremgår af appendix 8B I. Heraf ses, at der - selv efter 20 gentagelser - kun er opnået forholdsvis beskedne effekter, der f.eks. ikke er på højde med effekten af 10 vædning/tørningsbehandlinger ved neddykning i kogende vand og tørring i varmeskab. Der er en tendens til at effekten bliver bedre ved de behandlinger, hvor tekstilet har været forholdsvis længe i mikrobølgeovnen.

Ved alle behandlingstyperne sker der en borttørring af vand, og da vægten af prøverne er kontrolleret vides det, at tørring til generel tørhed er tilendebragt på f.eks. 3,5 min, når der arbejdes ved effekttrin 10. I de tilfælde, hvor opholdstiden øges fra 3,5 til 8 eller 12 minutter sker der en opvarmning af tekstilet og sandsynligvis en yderligere fuldstændig udtørring, d.v.s. fjernelse af bomuldens indhold af absorberet vand, som afhængig af forholdene kan udgøre op til ca. 15% af den absolutte tørvægt. Dette kan være årsagen til den nævnte tendens.

Der er yderligere foretaget nogle forsøg, hvor mikrobølgebehandling er brugt til at ophede det vædede tekstil under betingelser, hvor fordampning er søgt forhindret. Rent praktisk er dette opnået ved at pakke den vædede tekstilprøve ind i en polyethylen-plastpose inden placering i ovnen. Mikrobølgepåvirkning opheder hurtigt vandet og foranlediger dampdannelse, der får polyethylenposen til at spile ud, men det er - ved brug af poser af passende størrelse - muligt at gennemføre de fleste af forsøgene uden at damp undviger. Efter den forudbestemte tid tages prøven ud af ovnen, plastposen fjernes og prøven lægges tilbage i ovnen og tørres i 2-3 min.

Resultaterne fra en serie sådanne forsøg er vist i appendix 8B II. Den indskudte ophedningstid har forbedret effekterne noget, men gode effekter synes at kræve enten et stort antal behandlinger eller lang behandlingstid.

7.5. Fiberbeskadigelser

Som nævnt er der ved nogle af behandlingerne konstateret beskadigelser af de behandlede materialer. Resultaterne af bristestyrkemålinger og fluiditetsmålinger på de autoklavebehandlede prøver er angivet i appendix 9.

Der ses her en tydelig forskel mellem de dampbehandlede og de vandbehandlede prøver. Som ventet optræder der ikke tydelige mekaniske svækkelser af materialet ved de relativt lave temperaturer, men allerede fra ca. 135° kan man på de flere gange behandlede prøver begynde at se tegn på nedsat bristestyrke og dette bliver for de dampbehandlede prøver tydeligt ved 150° og meget udpræget ved 165° og 180° . Ved de vandbehandlede prøver optræder tegn på bristestyrketab ved 150° , men først ved 180° er der tale om store styrketab. Forholdene bliver lidt tydeligere ved betragtning af fluiditeterne, hvor de 5 gange dampbehandlede prøver ved 1 at allerede har en fluiditet på over 13,8, medens et nogenlunde tilsvarende tal først optræder hos de 5 gange vandbehandlede prøver ved temperaturer $150-165^{\circ}$. Af fluiditetstallene fremgår, at der ved de gentagne behandlinger ved høj temperatur sker kemisk nedbrydning af cellulosen. Dette er sket ved væsentligt lavere temperaturer ved dampbehandlingerne end ved vandbehandlingerne. Den mest sandsynlige årsag er, at luften ikke har været drevet så effektivt ud af materialet ved dampningsforsøgene som ved vandbehandlingsforsøgene.

Når dette tages i betragtning viser målingerne, at der ikke optræder væsentlige beskadigelser ved vædning/tørring med mindre temperaturen bringes op over ca. 135° .

8. Diskussion

De foretagne undersøgelser har klarlagt, at vædning/tørrings fixeringers effekt øges ved at øge temperaturen under vædningsfasen samt ved at gentage behandlingerne. Effekten af temperaturforøgelse er tydelig i området op til ca. 120°, men aftager derefter forholdsvis hurtigt. I almindelighed er gentagelser af behandlingerne mere effektivt forbedrende på fixeringseffekten end temperaturforøgelse. Samtidigt med den aftagende effektforøgelse optræder der ved stigende temperaturer øget risiko for fiberbeskadigelser. Undersøgelserne har yderligere vist, at det forøgede vandindhold, som opnås ved at udsætte tekstilet for mættet damp under betingelser, hvor der ikke sker kondensation af vand i tekstilet, ikke er tilstrækkeligt til at mærkbar fixering kan opnås, men at en vædning af tekstilet ved behandling i flydende vand eller ved dampning med mættet eller våd damp er nødvendig. Det er endvidere en forudsætning at materialet tørres effektivt, hvilket ifølge de foretagne undersøgelser kan ske med varm luft eller overhedet damp.

Optimal virkning kan således påregnes opnået ved en proces bestående af mindst 5 gentagelser af en behandling, bestående af vædning af materialet ved 120-130°C efterfulgt af tørring, opnået ved gennemblæsning med varm luft eller overhedet damp.

En proces af denne art kan principielt gennemføres batchvis på et apparat, hvor textilmaterialet er oprullet på en perforeret valse, således at vand, luft eller damp kan presses gennem de oprullede stoflag. Apparater af præcis denne type findes ikke, og selv om eksisterende bomfarvningsapparater indeholder en del af de elementer som kræves, vil en videreudvikling, der gør dem egnet, være ret omfattende, bl.a. fordi materialet skal kunne tørres i apparatet.

Undersøgelserne viser som sagt at gentagelser af behandlingerne i almindelighed forbedrer fixeringseffekten mere end temperaturforøgelse. Vædning med kogende vand efterfulgt af tørring giver således særdeles god fixeringseffekt forudsat at processen gentages 8-10 gange eller mere. Principielt kan sådanne gentagne vædninger/tørringer gennemføres som kontinuerlig behandling, hvor en stofbane passerer gennem felter, der vekselvis væder og tørrer

materialet. Vædning kunne her tænkes opnået ved påsprøjtning af kogende vand eller våd damp, og tørring enten konventionelt med varm luft, eller med overhededet damp; tørring ved mikrobølgepåvirkning er også en mulighed, der imidlertid iflg. de foretagne undersøgelser ikke indebærer specielle fordele.

Anlæg, hvor en stofbane på ovenstående måde udsættes for vekselvis vædning og tørring, eksisterer ikke, og udvikling af egnede anlæg vil kræve betydelig indsats.

Som mål for de opnåede fixeringseffekter er først og fremmest brugt den skævhed, som opstår i single jersey strikvarer ved vask. Skævhedsvinklen, som i ubehandlede varer er ca. 23°, har kunnet reduceres til 13-14°, d.v.s. nogle få grader højere end det niveau som under samme vaskebetingelser opnås med konventionelle formaldehydholdige krølbehandlingsmidler. Tidligere rapport angiver som resultat af laboratorieforsøg ca. 10° (9,8 for DMDHEU). Da skævhedens egentlige årsag er garnernes tilbøjelighed til at sno sig op, er reduktionen i skævhedsvinkel i virkeligheden et udtryk for, at der er opnået en tydelig fixering - eller om man vil - stabilisering af garnernes sning.

Denne fixering afspejler sig imidlertid kun i meget beskedent omfang i andre egenskaber. Således er krøludretningsegenskaberne hos vævede varer nok forøget, men i meget ringe omfang sammenlignet med, hvad der kan opnås ved brug af konventionelle krølbehandlingsmidler. Fixeringen viser sig også i vaskekrympningen, men effekten er beskeden i forhold til hvad der kan opnås ved afslapningskrympning på moderne tørremaskiner. Det skal dog bemærkes, at de udførte fixeringsforsøg alle er foretaget under betingelser, hvor stoffet principielt er fastholdt og ikke har haft lejlighed til fri afslapning, idet dette samtidigt ville have medført skævtrækning. Det er principielt muligt først at underkaste varen afslapningskrympning, derefter at rette den skævtrukne vare op og foretage fixering.

Udover nedsættelse af skævhedsvinkel er det sandsynligt, at snoningsfixering vil nedsætte bomuldsfibreens tilbøjelighed til at arbejde sig delvis ud af garnerne og danne fnug o.lgn. på vareoverfladerne, hvilket vil kunne bidrage til, at strikvarer efter afsluttet farvning/ efterbehandling fremtræder med en klarere vareoverflade. I blandingsvarer af bomuld og syntetiske fibre som f.eks. polyester, kan samme effekt tænkes at reducere varernes

pillingtendens. Selv når disse forhold tages i betragtning er det imidlertid et spørgsmål, om de effekter, der kan opnås, står i et rimeligt forhold til de udviklingsomkostninger, som vil kræves, førend metoden kan praktiseres.

Konklusion:

Det er bekræftet, at der kan opnås en permanent fixering af bomuldsvarer ved at udsætte varerne for vædning/tørningsbehandlinger uden brug af kemikalier. Fixeringen viser sig tydeligt ved en stabilisering af garnernes snoning, hvilket medfører, at den skævhed, som kan opstå i single jersey varer har kunnet reduceres fra ca. 23° til ca. 13°, hvor 10° anses for et acceptabelt niveau. Fixeringens effekt på krøludretning og på vaskekrympning er imidlertid ringe i sammenligning med hvad der kan opnås på andre måder. Praktisk gennemførelse af den kemikaliefri fixering forudsætter maskinudvikling af betydeligt omfang, og det er et åbent spørgsmål om de hidtil påviste effekter står i et rimeligt forhold til det hermed forbundne ressourceforbrug.

Appendix 1A

Skævhedsvinkler (grader) efter diverse vådning/lufttørningsbehandlinger i autoklave. (Tørring ved alle behandlinger: Varmeskab ved 105-110°C).

Betingelser under vådning	Antal behand- linger	Skævhedsvinkel efter				
		1 x vask	3 x vask	5 x vask	8 x vask	10 x vask
0 ato	2	12.0	15.0	16.7	17.7	18.3
	4	10.0	13.0	14.7	16.3	17.0
	6	8.3	11.7	12.7	15.0	15.3
	8	7.3	10.0	11.3	13.0	13.3
	10	7.0	9.3	11.3	12.3	13.0
1 ato	1	12.7	16.3	17.7	20.0	19.0
	2	9.7	15.3	17.0	18.0	17.3
	3	9.3	13.3	14.7	16.7	16.0
	4	9.0	13.0	15.0	15.3	15.3
	5	7.3	12.0	12.3	14.7	14.7
2,2 ato	1	13.3	16.3	17.0	18.7	18.0
	2	9.7	13.7	14.7	17.0	16.0
	3	8.3	12.0	13.0	15.0	15.0
	4	8.3	11.3	12.7	14.3	14.3
	5	8.0	11.7	12.7	13.7	14.0
3,8 ato	1	11.3	15.0	16.7	18.0	18.3
	2	10.7	14.3	15.7	17.7	18.0
	3	9.0	11.3	12.7	16.0	15.7
	4	9.3	11.3	12.3	13.7	14.7
	5	8.0	11.0	11.7	14.0	13.7
6,0 ato	1	12.0	15.0	15.0	17.3	17.3
	2	10.0	13.0	13.7	15.7	16.0
	3	9.7	12.7	13.3	15.3	15.0
	4	9.3	11.7	12.3	15.0	14.7
	5	8.0	10.3	11.7	13.7	13.3
9,0 ato	1	10.7	13.0	13.3	15.0	15.3
	2	10.7	12.3	12.7	14.7	15.0
	3	10.0	11.0	12.3	14.0	14.3
	4	8.3	10.0	11.7	12.0	12.3
	5	8.7	11.3	12.0	13.0	13.3
ubebehandlet		20	21	23	23	23

Appendix 1B

Skævhedsvinkler efter vædnings/lufttørningsbehandlinger i specialapparat (fig. 2) med tørring i apparat ved luftgennemblæsning udefra-ind gennem textilmaterialet, lufttemp. 125-135°

Betingelser under vædning	Antal behandlinger	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 x vask
ca. 120°	4	18.0
(1 ato)	8	15.5
5 min.	10	15.3
ca. 143°	4	17.5
(3 ato)	8	15.0
5 min.	10	15.0

Appendix 2A

Vaskekrympning i længderetning efter 10 ganges vask af strikvarer efter diverse vædnings/lufttørningsbehandlinger i autoklave. (Tørring ved alle behandlinger: Varmeskab ved 105-110°C)

Betingelser under vædning	Antal behand- linger	Længdekrympn. %
	2	15.0
0 ato	4	13.9
	6	12.8
ca. 100°	8	11.7
	10	10.9
	1	16.4
1 ato	2	15.6
	3	14.6
ca. 120°	4	13.9
	5	14.5
	1	16.7
2,2 ato	2	14.4
	3	14.0
ca. 135°	4	13.4
	5	14.4
	1	16.5
3,8 ato	2	14.4
	3	14.2
ca. 150°	4	14.6
	5	15.3
	1	15.0
6,0 ato	2	14.9
	3	14.6
ca. 165°	4	14.4
	5	14.0
	1	13.5
9,0 ato	2	15.2
	3	13.2
ca. 180°	4	13.0
	5	13.8

Appendix 2B

Vaskekrympning i længderetning efter vødning/lufttørring i specialapparat (jfr. fig. 2) med luftgennembløsning udefra-ind

Betingelser under vødning	Antal behand- linger	Længdekrymp. under behandling	Forventet rest længde- krympning	Konstateret længdekrympn. efter 10 x vask
ca. 120°	4	7,3%	13,2%	11,5%
(1 ato)	8	6,7%	13,8%	11,9%
	10	5,1%	15,4%	13,4%
ca. 143°	4	5,6%	14,9%	15,1%
(3 ato)	8	3,9%	16,6%	14,2%
	10	4,4%	16,1%	13,4%

Appendix 3A

Krøludretningsvinkler og orienterende vurdering af Durable Press Rating efter diverse vædningsbehandlinger i autoklave og tørring i varmeskab

Første serie

Betingelser under vædning	Antal behand- linger	Krøludretningsvinkel			D P Rating
		Kæde	Skud	K + S	
1 ato					
ca. 120°	5	75	75	150	1,8
2,2 ato					
ca. 135°	5	81	74	155	1,8
3,8 ato					
ca. 150°	5	81	84	165	1,9
6,0 ato					
ca. 165°	5	79	76	155	1,5
9,0 ato					
ca. 180°	5	79	78	157	2,0

Anden serie

Betingelser under vædning	Antal behand- linger	Krøludretningsvinkel			D P Rating
		Kæde	Skud	K + S	
1 ato					
ca. 120°	5	63	69	132	2,3
2,2 ato					
ca. 135°	5	67	68	135	2,5
3,8 ato					
ca. 150°	5	72	77	149	2,5
6,0 ato					
ca. 165°	5	64	72	136	2,6
9,0 ato					
ca. 180°	5	59	62	121	2,6
Ubehandlet ikke vasket		62	58	120	-

Appendix 3B

Krøludretningsvinkler efter vædning/lufttørring i specialapparat (jfr. fig. 2) med luftgennemblæsning udefra-ind.

Betingelser under vædning	Antal behand- linger	Krøludretningsvinkel		
		Kæde	Skud	K + S
ca. 120° (1 ato)	10	71	64	135
ca. 143° (3 ato)	10	70	75	145

Appendix 4A

Skævhedsvinkler (grader) efter diverse dampnings/lufttørningsbehandlinger i autoklave. (Tørring ved alle behandlinger: Varmeskab ved 105-110°C)

Betingelser under vædning	Antal behand- linger	Skævhedsvinkel efter				
		1 x vask	3 x vask	5 x vask	8 x vask	10 x vask
1 ato	1	15.0	18.3	19.0	20.3	20.3
	2	13.7	15.3	16.7	19.0	18.3
	3	11.3	15.3	16.0	16.7	17.0
ca. 120°	4	11.0	14.3	15.7	16.7	17.3
	5	11.0	13.0	13.7	15.7	16.0
2,2 ato	1	12.3	16.0	17.7	19.0	18.7
	2	11.3	14.7	16.7	17.7	17.7
	3	10.3	12.3	14.7	16.7	16.7
ca. 135°	4	10.0	11.7	14.7	16.0	16.0
	5	9.0	12.3	13.0	15.7	15.7
3,8 ato	1	13.0	16.0	16.7	17.7	18.0
	2	11.7	14.0	15.7	16.3	17.0
	3	10.3	13.0	15.0	15.7	15.7
ca. 150°	4	9.0	12.3	13.3	13.7	14.0
	5	10.0	13.0	13.7	14.3	14.3
6,0 ato	1	12.3	15.0	15.7	18.7	17.7
	2	10.0	12.0	13.7	15.0	14.0
	3	8.7	11.7	11.7	12.7	12.0
ca. 165°	4	8.0	9.3	9.7	11.7	11.7
	5	7.3	9.0	9.7	11.0	10.7
9,0 ato	1	11.7	14.7	16.7	18.7	18.3
	2	10.7	14.0	14.7	16.3	16.3
	3	9.3	11.3	12.3	13.0	13.3
ca. 180°	4	6.3	9.3	9.3	10.3	10.0
	5	6.3	7.7	8.7		
ubehandlet		20	21	23	23	23

Appendix 4B

Skævhedsvinkler efter dampning/lufttørring i specialapparat (jfr. fig. 1) med damp- og luftgennemblæsning indefra-ud. Dampindgangstryk: 2,2 ato. Tørring: Luft ved 100-110° i 15 min.

Gentagne behandlinger med ens tid pr. behandling

Tid pr. behandling	Antal behandlinger	Total dampningstid	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 vask
2,5 min	2	5 min	20.0
	4	10 -	19.7
	6	15 -	17.7
	8	20 -	16.3
	10	25 -	15.7
5 min	2	10 -	19.0
	4	20 -	17.0
	6	30 -	16.3
	8	40 -	14.3
	10	50 -	13.3
7,5 min	2	15 -	18.7
	4	30 -	18.0
	6	45 -	16.7
	8	60 -	14.3
	10	75 -	13.3
10 min	2	20 -	19.7
	4	40 -	18.3
	6	60 -	16.3
	8	80 -	14.0
	10	100 -	13.7
2,5 min	12	30 -	17.0
	16	40 -	16.7
	20	50 -	15.7
	24	60 -	15.0
	30	75 -	12.0

Appendix 4C

Skævhedsvinkler efter dampning/lufttørring i specialapparat (jfr. fig. 1) med damp- og luftgennemblæsning indefra-ud. Dampindgangstryk: 2,2 ato. Tørring: Luft ved 100-110° i 15 min.

Gentagne behandlinger med forskellig tid pr. behandling

Total antal behandlinger	Beskrivelse af behandlinger	Total damp- ningstid	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 vask
4	3 beh. á 2,5 min + 12,5 min	20 min	17.8
4	3 beh. á 2,5 min + 22,5 min	30 -	18.5
4	3 beh. á 2,5 min + 32,5 min	40 -	18.3
10	9 beh. á 2,5 min + 7,5 min	30 -	18.3
10	9 beh. á 2,5 min + 17,5 min	40 -	17.5
10	9 beh. á 2,5 min + 27,5 min	50 -	15.3
10	9 beh. á 2,5 min + 52,5 min	75 -	16.3
10	9 beh. á 2,5 min + 77,5 min	100 -	17.0

Appendix 4D

Skævhedsvinkler efter dampning/lufttørring i specialapparat med dampgennemblæsning udefra-ind gennem textilmaterialet (jfr. fig. 2).
Tørringslufttemperatur 125-135°

Damptryk	Antal gentagelser	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 x vask
1 ato	2	21.0
	4	21.0
	6	19.0
	8	20.0
	10	19.7
2 ato	2	20.5
	4	19.5
	6	18.5
	8	20.0
	10	19.7
3 ato	2	20.5
	4	20.0
	6	18.0
	8	17.5
	10	17.7

Appendix 5A

Vaskekrympning i længderetning efter 10 ganges vask af strikvarer efter diverse dampnings/lufttørningsbehandlinger i autoklave. (Tørring ved alle behandlinger: Varmeskab ved 105-110°).

Betingelser under vådning	Antal Behand- linger	Længde krympning %
1 ato ca. 120°	1	16.1
	2	15.0
	3	13.0
	4	13.3
	5	13.7
2,2 ato ca. 135°	1	14.7
	2	14.0
	3	13.1
	4	12.8
	5	12.8
3,8 ato ca. 150°	1	15.2
	2	14.6
	3	13.3
	4	12.7
	5	13.2
6,0 ato ca. 165°	1	14.0
	2	13.5
	3	12.2
	4	13.0
	5	12.1
9,0 ato ca. 180°	1	15.0
	2	13.9
	3	12.7
	4	12.8
	5	-

Appendix 5B

Vaskekrympning efter dampning/lufttørring i specialapparat (jfr.fig. 1) med dampgennemblæsning indefra-ud.

Sammenligning af konstateret længdekrympning med forventet restkrympning.

Tid pr. behandling	Antal behandl.	Længdekrymp. under behandl.	Forventet rest-længde- krympning	Konstateret længde- krympn. 10 x vask
2.5 min	2	3.6%	19.7%	19.0%
	4	3.1%	20.2%	19.3%
	6	2.8%	20.5%	16.7%
	8	3.9%	19.4%	16.3%
	10	4.0%	19.3%	15.9%
7.5 min	2	2.5%	20.8%	17.9%
	4	3.1%	20.2%	16.7%
	6	4.6%	18.7%	15.5%
	8	3.6%	19.7%	15.8%
	10	3.4%	19.9%	15.7%
10 min	2	2.5%	20.8%	18.8%
	4	4.2%	19.1%	16.7%
	6	3.8%	19.5%	16.8%
	8	4.2%	19.1%	15.2%
	10	3.4%	19.9%	16.0%
2.5 min	12	0.5%	22.8%	18.0%
	16	1.1%	22.2%	17.5%
	20	2.3%	21.0%	16.0%
	24	2.0%	21.3%	15.5%
	30	1.5%	21.8%	15.2%

Appendix 5C

Vaskekrympning efter dampning/lufttørring i specialapparat (jfr. fig.2) med dampgennemblæsning udefra-ind.

Sammenligning af konstateret krympning med forventet restkrympning.

Damptryk	Antal behand- linger	Længdekrymp- ning under behandlinger	Forventet rest-længde- krympning	Konstateret længdekrympning efter 10 x vask
1 ato	2	5.0%	15.5%	15.6%
	4	4.9%	15.6%	15.1%
	6	6.6%	13.9%	15.2%
	8	4.4%	16.1%	15.9%
	10	2.2%	18.3%	15.1%
2 ato	2	4.4%	16.1%	15.5%
	4	4.4%	16.1%	15.4%
	6	5.0%	15.5%	13.8%
	8	4.4%	16.1%	15.4%
	10	4.4%	16.1%	14.6%
3 ato	2	4.4%	16.1%	16.7%
	4	4.4%	16.1%	14.8%
	6	5.5%	15.0%	14.2%
	8	4.4%	16.1%	13.9%
	10	4.4%	16.1%	13.9%

Appendix 6

Krøludretningsvinkler og orienterende vurderinger af Durable Press Rating efter diverse dampningsbehandlinger i autoklave og tørring i varmeskab

Betingelser under dampning	Antal behand- linger	Første serie				Anden serie			
		Krøludretnings-			DP	Krøludretnings-			DP
		kæde	skud	K+S	Rating	kæde	skud	K+S	rating
1 ato ca. 121°	5	85	84	169	1.8	72	73	145	2
2.2 ato ca. 135°	5	78	82	160	1.8	79	87	166	2.5
3.8 ato ca. 150°	5	78	83	161	2.3	77	77	154	2.5
6.0 ato ca. 165°	5	72	71	143	2.1	50	65	115	-
9.0 ato ca. 180°	5	70	64	134	2.3	60	56	116	-
Ubehandlet ikke vasket		-	-	-	-	62	58	120	-

Appendix 7

Tabel A: Vødning/tørring med overhedet damp som tørringsmedium. -
(Udført på apparat svarende til fig. 2 med dampgennembløsning udefra-ind)

Betingelser under vødning	Antal behand- linger	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 x vask
ca. 120°	4	16.0
(1 ato)	8	14.5
	10	13.7
ca. 143°	4	15.5
(2 ato)	8	14.0
	10	14.3

Tabel B: Dampning/tørring med overhedet damp som tørringsmedium. -
(Udført på apparat svarende til fig. 2 med dampgennembløsning udefra-ind).

Betingelser under dampning	Antal behand- linger	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 x vask
	2	18.5
1 ato	4	18.5
ca. 120°	6	17.5
	8	17.0
	10	17.0
	4	19.5
2 ato	8	19.0
ca. 133°	12	17.5
	16	17.0
	20	17.5
	4	17.5
3 ato	8	17.0
ca. 143°	12	17.0
	16	16.5

Appendix 8A

Skævhedsvinkler efter 10 ganges vask på prøver der har været mikrobølgebehandlet uden forudgående vødning.

Behandlingsbetingelser	Antal behand- linger	Skævhedsvinkel (grader)
a: Strikprøve på glasplade, be- handlet 2 min. i ovn ved effekttrin 10	5	-
	10	22.0
	15	21.2
	20	21.3
b: Som ovenfor, men behand- let 4 min.	5	21.8
	10	21.8
	15	22.0
c: Som ovenfor, men behand- let i 6 min.	5	21.5
	10	21.7
d: Som ovenfor, men behand- let i 8 min	5	21.0
e: Strikprøve på ramme behandlet 1 min. i ovn ved effekttrin 10	5	21.7
	10	22.7
	15	21.3
f: Som e, men behandlet i 2 min	5	21.3
	10	21.7
	15	21.0
g: Som ovenfor, men behandlet i 2,5 min	5	22.0
	10	21.3
	15	21.0

Appendix 8B

I: Skævhedsvinkler efter vask af strikvarer, der er vådet og derefter tørret i mikrobølgeovn.

Behandlingsbetingelser	Antal behandlinger	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 x vask
a: Vådning-behandling	5	18.2
i mikrobølgeovn ved	10	18.2
effekttrin 2 i 20 min	15	17.5
	20	17.5
b: Vådning-behandling	5	17.8
i mikrobølgeovn ved	10	17.2
effekttrin 10 i 3.5 min	15	17.2
	20	16.2
c: Som b, men behandling	5	19.2
i mikrobølgeovn i	10	18.7
8 min	15	16.8
	20	16.2
d: Som b, men behandling	5	18.2
i mikrobølgeovn i	10	17.0
12 min	15	16.5
	20	15.3

II: Skævhedsvinkler efter vask af strikvarer, der er vådet og derefter ophedet i våd tilstand samt tørret i mikrobølgeovn

Behandlingsbetingelser	Antal behandlinger	Skævhedsvinkel (grader) efter 10 x vask
a: Vådning-behandling	5	19.3
i plastpose 1 min -		
tørring i 2 min	10	19.0
b: Som a, men behand-	5	19.0
ling i plastpose 2 min	10	19.8
c: Som a, men behand-	5	16.8
ling i plastpose 4 min	10	15.3
	15	14.3
	20	13.7
d: Vådning-behandling i		
plastpose - tørring -		
1. behandl. i pose: 4 min	5	14.3
2. - - - 6 -		
3. - - - 8 -		
4. - - - 10 -		
5. - - - 12 -		

Appendix 9

Bristestyrkemålinger og fluiditeter

Behand- lings- betingelser	Antal behand- linger	Bristestyrke, kp/cm		Fluiditet	
		Dampning- tørring	Vødning tørring	Dampning- tørring	Vødning- tørring
0 ato (ca. 100°)	2	-	7.2		
	4	-	6.9		
	6	-	6.9		
	8	-	7.0		
	10	-	6.6		
1.0 ato (ca. 120°)	1	7.0	7.6	4.4	2.6
	2	7.0	7.6		
	3	6.8	7.0		
	4	6.6	7.1		
	5	6.3	6.7	13.8	3.7
2.2 ato (ca. 135°)	1	7.1	7.2	5.3	2.6
	2	6.3	7.3		
	3	6.5	7.0		
	4	6.5	7.0		
	5	6.2	6.8	19.2	6.6
3.8 ato (ca. 150°)	1	7.1	7.2	9.1	2.6
	2	6.8	7.0		
	3	6.3	6.7		
	4	6.3	6.3		
	5	5.8	6.6	22.4	9.3
6.0 ato (ca. 165°)	1	6.9	7.2	7.9	3.6
	2	5.4	6.9		
	3	5.1	6.8		
	4	4.2	6.5		
	5	3.9	6.1	38.0	12.8
9.0 ato	1	6.3	6.9	-	
	2	5.0	6.4		
	3	3.9	5.7		
	4	2.9	5.5		
	5	2.3	4.5		

Litteratur

- 1) H. Petersen: Melliand Textilber. 67, (1986), 656-663.
- 2) F. Reinert: Textilveredlung 24, (1989), 223-228.
- 3) Japansk lov nr. 112 af 12. oktober 1973.
- 4) Handels- og Industriministeriets beslut nr. 845 af 18. nov. 1986, senere afløst af Handels og Industriministeriets Förrordning af 4. marts 1988.
- 5) C. M. Welch & B. A. K. Andrews: Textile Chemist and Colorist, 21 (febr. 1989), No. 2, 13-17.
- 6) Textil Praxis International 44 (1989), 49.
- 7) H.-J. Brockmeyr: "Formaldehydfreie Hochveredlung" - Foredrag ved 3. Rotta Symposium, Heidelberg, maj 1989.
- 8) Tormod Sørensen: "Krympning af bomuldstrikotage". Rapport fra Dansk Beklædnings og Textil Institut, 1986, ISBN 87-981038-7-3.
- 9) G. Bühler & W. Häussler: Wirkerei und Strickerei-Technik 35 (1985) No. 7, 610-613, No. 9, 806-811.
- 10) J. Axelsen, A. Schaldemose: Kortlægning af formaldehydforbruget i Danmark, pg. 49. (Miljøstyrelsen, Miljø-Projekter, nr. 61, dec. 1984, ISBN 87-503-5312-8).

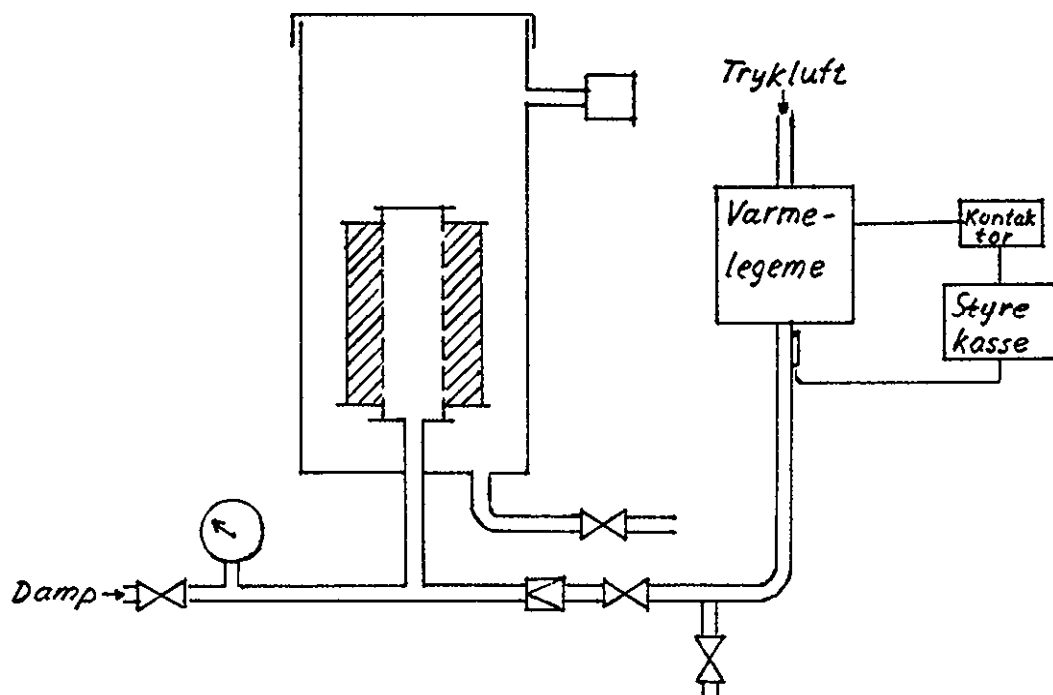


FIG. 1.

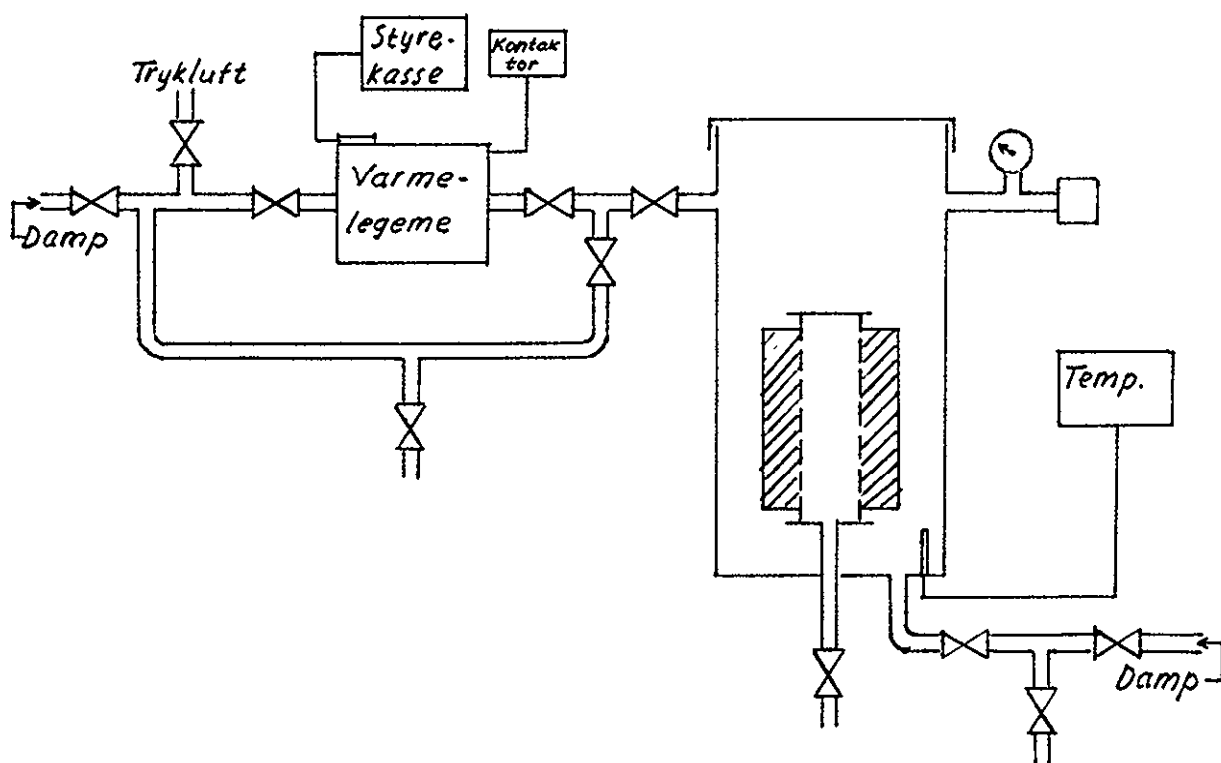


FIG. 2.

