

Enzimas - Biocatalizadores no Acabamento de Têxteis

O tratamento com enzimas é um método novo para o tratamento de superfícies de materiais os mais diferentes favorável ao meio ambiente. Podem ser obtidos os mais diferentes efeitos como por exemplo:

- limpeza de superfície do material e redução das lamugens
- melhoramento de características de toque como maciez e elasticidade
- produção de uma ótica boa da superfície
- produção de uma ótica com efeito de usado
- substituição de processo “stone washed” nas calças jeans

Enzimas

A palavra enzima deriva-se da palavra grega “en zyme”, o que significa mais ou menos “no fermento”. As enzimas (fermentos) podem ser denominadas como bio-catalizadores orgânicos e solúveis, que são formados pelos organismos vivos, e atuam de uma maneira específica sobre um substrato determinado. Elas são definidas como um complexo proteico composto de 200 até 500 aminoácidos. O peso molecular desses fermentos é muito alto; o peso molecular da catalase é por exemplo 250.000.

Uma pequena quantidade de fermentos pode decompor uma grande massa de substância. Uma enzima tem que ser definida quimicamente como um complexo proteico com um conteúdo determinado de aminoácidos. É sensível a todas as substâncias químicas (incluída a água) e necessita de condições de aplicação bem determinadas para o desenvolvimento de seu efeito ótimo.

Classificação, funções biológicas

Nomenclatura

Adição do sufixo -ase ao nome do substrato, também existem nomes triviais.

Exemplos: amilases decompõem amido, celulasas decompõem celulose, proteases decompõem proteínas.

Classificação conforme o seu comportamento na água

- tipos hidrófilos
- tipos não solúveis na água
- tipos de caráter iônico
 - neutros
 - ácidos
 - alcalinos
 - aromáticos

Classificação internacional

(Classificação em seis grupos principais conforme a função biológica)

Classe	Grupo da enzima	Reação catalizada
EC1	Óxido-redutases	reação redox
EC2	Transferases	transferência de grupos funcionais
EC3	Hidrolases	reação hidrolítica
EC4	Liasas	adição em dupla ligação
EC5	Isomerases	isomerização
EC6	Ligasas	formação de novas ligações

Lactases e catalases pertencem ao grupo de óxido-redutases.

Lactases decompõem índigo. Elas são conhecidas só há um ano e ainda não são usadas. Elas também são muito caras. Índigo transforma-se em uma cor “cinza-sujeira”.

Catalases decompõem H_2O_2 .

Amilases (decompõem amido), celulases (decompõem celulose) e proteases (decompõem proteínas) pertencem ao grupo das hidrolases.

Em geral conhece-se mais do que 2.000 enzimas diferentes.

As enzimas são classificadas por números, similarmente ao índice de cores (= índice de enzimas). O índice compõe-se de 4 números, o que permite uma classificação exata.

Exemplos: 1.11.1.7 = peroxidase
3.2.1.4 = celulase, endo-1,4,β-gluconase

As enzimas relevantes para o acabamento de têxteis derivam-se ou de bactérias ou de fungos (fungi).

Exemplos:

Enzimas	Origem	Ação
α-amilases	Bacillus subtilis	desengomagem de amido
	Bacillus lichenformis	desengomagem de jeans
celulases e hemi-celulases	Trichoderma reesei	desengomagem de CMC
	Aspergillus niger	efeitos “de moda” nas fibras de celulose
	Humicola insolens	tratamento de “non-stone” de jeans
pectinases	Aspergillus niger	desgomar fibras vegetais (linho, juta, rami, cânhamo, etc)
proteases	Bacillus subtilis, lichenformis, Oryzae	desgomar fibras animais (seda)
lipases	Aspergillus niger	alteração das características da lã
	Muco javanicus	eliminação de lipídios e ceras
peroxidases	raiz-forte	oxidação de pigmentos naturais

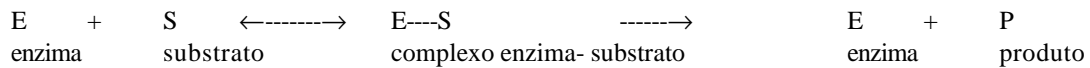
Modo de ação das enzimas conforme a teoria de mecanismo do sítio ativo

Cada enzima tem um centro ativo (fechadura), no qual cabe o substrato (a matéria que é transformada) como uma chave.

(transparência)

Desenvolvimento da reação

1. Aproximação do substrato no centro ativo
2. Ligação do substrato no centro ativo com ajuda de forças fracas intermoleculares (complexo enzima-substrato)
3. Transformação pelos grupos que ficam muito perto do centro ativo (cadeias laterais de aminoácidos, coenzimas)
4. Os produtos que resultam da reação, deixam o centro ativo da enzima



(transparência)

Cofatores de enzimas

Coenzimas ou cofatores são componentes não-proteicos e são essenciais para a atividade biológica destas enzimas. São ligações com baixo peso molecular com uma função de transferência (átomo de hidrogênio, elétrons, grupos funcionais).

Vitaminas são fases preparatórias de muitas coenzimas.

Íons metálicos também são importantes como cofatores (Zn, Mg, Mn, Fe, Cu, K, Na) = oligoelementos

Efeito catalítico das enzimas

As enzimas diminuem a energia de ativação, necessária para iniciar uma reação, pela formação de um estado intermediário, cuja energia está muito favorável (complexo enzima-substrato). A proximidade espacial do substrato para com o centro ativo faz neste caso um papel decisivo.

Pela ligação de curta duração da enzima com o substrato, formando o complexo enzima-substrato, são afrouxadas aquelas ligações que são responsáveis pela consistência do substrato. A barreira energética necessária para a quebra das ligações é diminuída e a reação pode ocorrer agora a baixas temperaturas.

(transparência do diagrama de energia)

Exemplo: Uma molécula de catalase pode decompor 5 milhões de moléculas de H₂O₂ em hidrogênio e oxigênio em um minuto.

Resumo das possibilidades de uso das enzimas no acabamento de têxteis

O “know-how” certo e o respeito às condições para fazer reações em processos enzimáticos é mais importante do que em outros processos na área de acabamento de têxteis, porque enzimas são estruturas moleculares altamente complexas, que só são efetivas enquanto sua estrutura sensível ficar conservada.

1. Amilases

O uso de amilases para a quebra de amido é conhecido desde 1910 e serve para a eliminação, poupando as fibras, de gomas de amido ou gomas de derivados de amido ao invés do uso de oxidantes, ácidos ou bases, os quais danificam em maior ou menor grau a celulose.

Distingue-se amilases de malte, de pâncreas e de bactérias, onde a última tem a maior importância. Nas amilases de bactérias distingue-se tipos acidófilos e alcalófilos. A evolução vai em duas direções:

- independência de pH
- independência da temperatura

Referindo-se à dependência da temperatura, atualmente podem ser distinguidos 3 grupos:

- desengomagem em um banho de longa duração: temperatura ótima 60-70 °C, tempo 2-6 horas
- lavagem de choque em máquinas de lavagem contínua: temperatura 80 °C, tempo: alguns minutos
- tratamentos com vapor: temperatura 100 °C, tempo 1-2 minutos

(transparência do diagrama de temperatura)

Na maioria das vezes as amilases derivam-se de bactérias (mais barato), só algumas de fungos. As celulases derivam-se de fungos.

As amilases só decompõem amido, mas não decompõem a celulose, enquanto as celulases decompõem celulose, mas não decompõem o amido.

Exemplos para as possibilidades de uso de diferentes tipos de amilases de Clariant:

Máquina	Tipo de bactolase	Intervalo de temperatura
dobadoura	MTN	60-70 °C
J-box	HTN	90 °C
Jet	MTN	60-70 °C
Pad-batch	MTN	60-70 °C
Pad-steam	HTN	90 °C
Lavagem contínua	PHT	80 °C

Como as enzimas são muito sensíveis e só desenvolvem seus efeitos ótimos num intervalo pequeno de temperatura, os pontos seguintes tem que ser considerados:

pH ótimo, normalmente pH 6,5

temperatura ótima

estabilizadores e ativadores: sal de mesa NaCl age como estabilizador, íons de cálcio agem como ativadores. Por isso é recomendado água dura para a desengomagem, por possuir cálcio.

Produtos comercializados contém na maioria das vezes NaCl e sais de cálcio, e também um biocida (p. ex. Sorbitol), que protege da infestação por fungos.

Clariant garante uma perda de atividade de somente 30%, se for armazenado meio ano a uma temperatura entre 20 e 40 °C.

A verificação da atividade é feita espectrofotometricamente com amido (=tonalidade azul).

(transparência de indicação de amido)

O amido contém amilose e amilopectina. A amilose é decomposta em glicose. A amilopectina é decomposta em glicose e maltose. Mas o amido não é decomposto completamente, por isso um produto desengomado sempre tem uma leve tonalidade azul.

As gomas podem ser divididas em:

- recicláveis: PVA 100%
CMC 90%

- passíveis de decomposição: amido

Por isso é melhor usar a combinação CMC/PVA em vez da combinação amido/PVA da goma.

É importante preparar o banho de desengomagem na seqüência a seguir, para evitar a destruição da enzima

1. pôr primeiramente água
2. aquecer à temperatura determinada
3. regular o pH
4. adicionar a enzima

2. Celulases

A celulase é a combinação orgânica de maior ocorrência na terra. Por isso as bactérias que decompõem celulose tem uma importância extraordinária na natureza, porque elas destroem grandes quantidades da celulose, que infiltra no solo constantemente, como folhas e plantas em senescência. Em consequência disto existe na natureza uma grande quantidade de bactérias que produzem celulases. Tal celulase, obtida de umas cepas individuais de bactérias, compõe-se na maioria das vezes de mais de uma dúzia de celulases diferentes. Por isso, sistemas bem específicos de celulase podem obter um ótimo de eficiência para diferentes áreas de uso.

Como o complexo da enzima de alto peso molecular só chega com dificuldade ao interior das estruturas de celulose, as enzimas agem em geral na superfície e lá quebram as cadeias de celulose. Celulases são misturas complexas de endo- e exo-glucanases, celobiohidrolases e β -glucosidases. Neste caso cada proteína enzimática catalisa as seguintes reações:

A endo-glucanase hidrolisa polímeros longos em segmentos menores, a exo-glucanase separa a glicose da terminação não-redutora da celulose e as celulases ácidas hidrolisam celobiose em glicose.

A hidrólise enzimática da celulose acontece em zonas amorfas. Um tratamento que aumenta o tamanho das zonas amorfas (p. ex. alcalinização) vai ao mesmo tempo aumentar a extensão da hidrólise, porque a celulose tem um alto grau de cristalinidade.

(transparência de mecanismo de reação da celulase)

A atividade das enzimas depende da composição do sistema multienzimático. Distinguem-se dois grupos de celulases:

celulases ácidas com um pH ótimo entre 4,0 e 6,0, usado com temperaturas entre 40 e 60 °C

celulases neutras são usadas em uma temperatura entre 55 e 60 °C e em um pH entre 6,5 e 7,0. Estas são muito mais caras que as celulases ácidas.

Entretanto existem desenvolvimentos novos de celulases ácidas como as que contém menos β -glucosidases. Usando-as, o material sofre um desbotoamento menor nos pigmentos.

2.1. Biofinishing

O termo “biofinishing” indica o processo de acabamento de produtos celulósicos com a ajuda de celulases. Os seguintes objetivos de acabamento podem ser almeçados:

Eliminação de velocidade no pré-tratamento de estampagem para produzir uma estampa de contornos nítidos e para evitar reservas.

Diminuição da tendência à formação de lamugens e portanto diminuição da tendência à formação de “pill”

Retirada de “pills”

Obtenção de brilho, maciez ao tato e polimento

Produção de boa ótica de superfície

Produção de uma ótica com efeito de usado

Microfibrilas, ou seja, fibras a descoberto, quebram sob a influência da decomposição biocatalítica e sob a influência adicional da mecânica da superfície. Para produzir tal mecânica da superfície, têm que ser usadas máquinas adequadas, como máquinas de tambor, jet ou overflow.

O uso de biofinishing em tecidos tubulares também é problemático. As fibras soltas infiltram-se no interior do tubo e causam uma grande poeira ou tem que ser retiradas depois com dificuldade.

Para obter o efeito desejado no tratamento de enzimas, e para evitar por outro lado reações não desejadas, os parâmetros de processo devem ser respeitados com exatidão. Uma receita exemplar para o tratamento de um material de algodão poderia ter a seguinte fórmula:

Proporção dos banhos 1:5 até 1:15

2%	produto de celulase
3-5 g/l	agente para estabilizar pH
0.5-1 g/l	agente molhante
0.2 g/l	agente para evitar a formação de pregas no material
1.5 g/l	agente deslizante

controle de pH	4,5-5,5
tratamento	45-60 minutos em uma temperatura de 50°C

O agente, que deve evitar a formação de pregas no material, reage contra a rigidez do material no estado molhado e melhora a maciez interior; o agente antideslizante protege a superfície do material da carga mecânica alta demais.

O regulamento de pH através de um estabilizador é tão importante como seu controle durante o processo. No alcance da temperatura ótima o pH tem que ser respeitado com exatidão. Para evitar uma danificação do material, a reação tem que ser terminada pela desativação da ação da enzima.

2.2 Efeitos de “stone-wash”

Há vários anos surgiu um ramo novo na moda de jeans, o “used look”. Este “used look” foi obtido até agora com um tratamento, que se chama “stone-wash”. Neste caso as calças jeans, já prontas para serem vendidas, foram lavadas em máquinas com tambor, nas quais foram adicionadas pedras-pomes e as vezes um agente de branqueamento. Os fios de urdume, cuja estrutura anular foi tingida, são danificados e esfregados na superfície pela abrasão mecânica nas pedras-pomes de modo que os lugares abaixo não tingidos transluzem. Em conjunto com lugares irregulamente aclareados e branqueados surge então a aparência típica de “wash out” ou “used look”. Naturalmente este método causa uma danificação análoga do algodão, especialmente nas costuras. Com a ajuda da tecnologia de enzimas existe hoje em dia a possibilidade de se produzir efeitos de “stone wash” sem a danificação da superfície do material pela pedras-pomes (veja capítulo especial).

As celulases soltam fibras tingidas, que sobresaem parcialmente, e põem, dependendo mais ou menos da duração de processo, o material não tingido, que fica debaixo, a descoberto. Assim produz-se um material com pouquíssimas danificações e com uma superfície claramente estruturada.

Este método é usado para produzir jeans “stone washed” e também para obter efeitos “da moda” nas superfícies de outro produtos “stone wash”.

2.3 Lyocell

Desenvolvido no ramo novo de produzir fibras regeneradas de celulose, a fibra lyocell apareceu há algum tempo no mercado. A lyocell (Tencel da Curtoulds, Lyocell da Lenzing, Newcel da Akzo) tem a vantagem, de que o método de produzi-lá é favorável ao meio ambiente, e possui uma solidez maior e uma melhor tingibilidade do que a viscose.

Fibras de lyocell têm uma característica, que parece problemática à primeira vista, mas oferecem por outro lado novas possibilidades interessantes a respeito de geração de toque e do estilo da superfície. Estamos falando de uma tendência grande da fibra à fibrilação. Neste caso fibrilas das fibras isoladas são separadas pela inchação e pelo o esforço mecânico. Com a ajuda de um processo enzimático, ou a fibrilação pode ser detida completamente ou pode ser reduzida para um grau desejado, por exemplo para obter efeitos de “peach-skin”.

Devido ao método novo de fiação, as fibras de lyocell mostram uma outra característica, que exige o uso de combinações bem especiais da celulase. A lyocell tem um alto grau de cristalinidade. Por isso o uso de celulases, que mostram um bom efeito, quando são usadas no tratamento de algodão, linhos ou viscose, mostram um efeito nitidamente mais fraco no uso com a lyocell. O material então tem que ser tratado ou com uma concentração maior de enzimas ou numa duração do processo mais longa, o que dificulta a regulação do processo e aumenta também o perigo da danificação da fibra. Por isso é muito importante usar sistemas de enzimas otimamente coordenadas, se quiser trabalhar com a fibra lyocell.

3. Desativação da enzima

Já que as celulases como biocatalizadores não são gastas durante a reação, mas estão à disposição de novo sem alteração da estrutura depois da reação biológica de decomposição, a parada da atividade da enzima tem uma grande importância. Se a enzima não for desativada a tempo e completamente depois do fim da reação, as fibras do material podem ser danificadas. Em casos extremos o material até pode ser destruído.

A desativação das enzimas pode ser realizada em diferentes maneiras. Isso também depende do tipo da enzima usada. Neste caso são geradas condições físicas e químicas, que alteram a estrutura de tal forma, que o mecanismo do sítio ativo não funciona mais. Na maioria das vezes altera-se então as condições da temperatura e do pH.

A desativação das celulases é realizada pelo aumento da temperatura para 85°C ou pelo aumento do pH para 10.

Essas condições causam uma desnaturação espontânea da proteína da enzima e com isso um impedimento de outras hidrolizações da celulose.

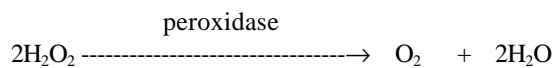
(transparência sobre a dependência da atividade da celulase do pH e da temperatura)

4 Peroxidases

O uso de peróxido de hidrogênio fica cada vez mais importante nos processos de acabamento de têxteis por causa da sua boa assimilação ecológica. Sobretudo o uso frequente de cloretos nos processos de branqueamento é substituído hoje em dia cada vez mais pelo uso de peróxido de hidrogênio.

Durante o tingimento, depois que o material foi branqueado com peróxido de hidrogênio, tem que ser garantido, que não haja restos de peróxido no material. Senão os pigmentos sensíveis à oxidação podem sofrer pequenas alterações na tonalidade. Para evitar isso ou o material é enxaguado várias vezes ou é adicionado um redutor. Mas os redutores anorgânicos, que foram usados até agora, causam uma carga grande de sais nos esgotos, porque a reação redutor- H_2O_2 decorre estequiometricamente.

As peroxidases possibilitam um processo de redução que oferece todas as vantagens de uma reação enzimática.



Os produtos da reação não trazem problemas ecológicos.

A enzima como parceiro da reação não é gasta. As quantidades usadas são muito menores do que numa reação redox com agentes anorgânicos de redutores.

Não resulta em carga de sais nos esgotos.

Na reação enzimática da peroxidase com H_2O_2 não precisam ser tomadas medidas adicionais, porque essa reação também decorre conforme ao mecanismo do sítio ativo. As peroxidases não tem sequências de aminoácidos que poderiam reagir com pigmentos, então a peroxidase é quimicamente inerte perante todos os pigmentos. Por isso o tingimento pode ser realizado imediatamente depois do fim da reação enzimática, sem necessitar deixar escoar o banho novamente.

1. Eliminação de restos de peróxido pela escoagem múltipla

banho de branqueamento → escoagem → escoagem → escoagem → tingimento

2. Redução com sais anorgânicas

banho de branqueamento → redução → escoagem → tingimento

3. processo com peroxidase

banho de branqueamento → (escoagem) → peroxidase-tingimento

Consumo reduzido da água no uso de peroxidase

processo	método conventional	método com peroxidase
branqueamento prop.d.banho 1:20	2000 l	2000 l
primeira lavagem	2000 l	2000 l
segunda lavagem	2000 l	2000 l incluindo a neutralização e o tingimento no mesmo banho com peroxidase
terceira lavagem	2000 l	

tingimento	2000 l	
total	10.000 l	6000 l

5. Proteases

Proteases são sistemas multienzimáticos, que catalizam a decomposição hidrolítica de fibras de proteínas. As proteases podem ser distinguidas como o seguinte:

Proteinase: Quebra as moléculas grandes da proteína em cadeias múltiplas de peptídeos, em cadeias isoladas de peptídeos ou em peptídeos múltiplos isolados.

Endo-peptidase: Hidroliza as ligações de peptídeos tanto no fim das moléculas como no interior.

Exo-peptidase: Decompõe só a terminação das cadeias

Lipases: Hidrolizam os lipídeos em glicerina e ácido graxos. Existem exo- e endolipases.

Lipoproteína-lipases: Quebram seletivamente as ligações de lipoproteína, a barreira hidrófoba é superada.

5.1 Uso de proteases em tecidos

As reações enzimáticas de fibras de proteínas são extremamente múltiplas porque a composição das proteínas é complexa. Como objetivos para o tratamento enzimático de fibras de proteínas na área de acabamento de têxteis interessam os processos seguintes:

- desgomagem de seda
- produção de lã sem aparência de feltro
- melhor aptidão da lã para o tintura
- variações no toque

A seda é também como a lã uma fibra de proteína, ela só tem uma outra estrutura secundária do que a lã. Além disso a seda não contém, em contraposição à lã, aminoácidos sulfurosos. Na desgomagem da seda as proteases assumem a decomposição da rafia da seda. Neste caso valem as mesmas condições para o processo enzimático e especialmente para a desativação da enzima como em todos os outros processos enzimáticos.

A produção enzimática de lã sem aparência de feltros foi até agora a área na qual se pesquisou por mais tempo e aonde foram realizadas a maioria das investigações.

O principal problema neste processo enzimático é o alcance de uma alteração significativa no toque de lã. Esta alteração resulta na ação intensiva das proteases, que é preciso para decompor a camada escamosa, que é responsável principalmente para a formação de feltros. Durante este processo acontece também uma perda da densidade de lã, porque as enzimas também agem no interior da fibra durante a reação intensiva.

Já foi determinado durante as primeiras pesquisas sobre o tratamento enzimático de lã, que a aptidão da lã para a tintura pode ser melhorada por um tratamento enzimático. Isto resulta da decomposição da barreira hidrófoba pelas lipases lipo-proteicas. Com isso a fibra fica mais acessível para o banho aquoso de pigmentos. Além disso a decomposição das proteínas no interior da fibra causa um melhor acesso e mobilidade das moléculas dos pigmentos. Por isso um tratamento enzimático leve de lã pode melhorar muito sua aptidão para o tinta, sem que as fibras sofram uma danificação visível.

Além deste método já clássico de tratamento enzimático de lã tornou-se atual a obtenção de variações no toque de lã pela alteração da superfície dos produtos de lã através de processos enzimáticos. Num tecido relativamente liso e fino pode ser gerado por exemplo um toque similar ao da casimira através de um tratamento enzimático. Qualidades baratas podem ser enobrecidas por tais tratamentos enzimáticos.

6. Pectinases e Lipases

No pré-tratamento de algodão as substâncias secundárias não-celulósicas das fibras como pectina, hemiceluloses, lipídios e ceras são tiradas com ajuda de um processo alcalino de decocção. Por causa da grande quantidade de agentes alcalinos, que saem depois pelo esgoto, um processo enzimático para o pré-tratamento é ecológicamente bem interessante. Neste processo as pectinases catalizam a hidrólise dos pectinos, as lipases servem para tirar os lipídios de algodão.

A pectina ocupa uma quota de 1% das principais substâncias secundárias no algodão em rama. Junto com os lipídios de algodão a pectina é responsável pela hidrólise da fibra. As pectinas são polisacarídeos, que participam essencialmente na construção e na estabilidade das membranas das células.

A pectinase também é uma mistura das seguintes enzimas:

- Pectinesterase
- Endo-Galacturonase
- Exo-Galacturonase
- Pectinilase

Enquanto o uso de lipases como uma componente enzimática nas proteases, é normal nos processos técnicos e enzimáticos, as pectinases ainda não têm importância prática nos processos têxteis. Mas pode-se ter certeza, que no futuro vai ser usada uma combinação de pectinases, lipases e celulasas no pré-tratamento de algodão.

A história de jeans

No ano 1860 o descendente da Alemanha Levi Strauss produziu pela primeira vez calças jeans de tecidos tingidos de azul de barracas para garimpeiros. Da França do centro de têxteis Nimes vieram mais tecidos, quando os estoques tinham acabados. Este “Bleu de Nimes” torna-se “Blue Denim”, o termo atual deste tecido resistente. Os marinheiros da Gênova vestiram-se de “Bleu de Gênes” por isso temos o nome americano “Blue Jeans”.

Os materiais de jeans são de denim, um material sarjado de urdumes tingidos e de trama bruta. Distingue-se “left”: a sarja vem da esquerda em baixo até a direita em cima, “right”: o contrário e “ring”, onde a sarja quase não pode ser mais reconhecida. Na maioria das vezes os fios de urdume são tingidos em azul com índigo (=blue denim), mas também em preto (=black denim), ou em outras cores (=colored denim).

Índigo

O nome índigo significa “o indiano”. O pigmento natural, o índigo, era obtido por muitos anos da planta *Indigo fera* (uma espécie subtropical de malvas, na Europa obtido da planta *Färberwaid*), até em 1997 a empresa BASF podia produzi-lo sinteticamente, o que significou um grande progresso, porque uma planta só dava 0,4% de corante num método bem complicado.

(transparência da ilustração da planta)

(transparência da fórmula da síntese do índigo)

O processo de tingimento com índigo quase não se alterou desde o início.

- Solução do corante através de uma redução
- Tingimento na tina
- Oxidação no ar

Alcança-se tingimentos azuis profundos pelas múltiplas repetições de tingimento e oxidação.

Hoje a maior parte do índigo é usado para o tingimento de fios de algodão em máquinas de tingimento contínuo

usados para o urdume em tecidos de denim.

Os fios de urdume são molhados primeiro numa tina rolante. O corante índigo, que não é solúvel na água, é dispersado e concentrado na água (tina principal) e é transportado para a leucoforma, a qual é solúvel em água, através da lixívia de soda e hidrosulfito. Por causa da pouca afinidade do índigo tratado ao algodão tingem-se continuamente em 4-6 “fases”. (uma fase consiste no mergulho dos fios em uma tina rolante (8-30s) com uma subsequente espremeção e oxidação no ar). Depois os fios são enxaguados com água morna e secados.

(transparência da máquina de tingimento contínuo do índigo)

Exemplo da receita na tina principal:

80 g/l índigo puro da BASF

4 g/l dispersante

130 ml/l NaOH 38° - Be

65g/l hidrosulfito

Temperatura: 50°C, Tempo: 30 min.

Exemplo da receita na tina mergulhante:

5ml/l lixívia de soda 38° Be

2.5 g/l hidrosulfito

62.5 ml/l líquido da tina principal

Acabamento dos fios tingidos:

Enxague em 2-3 tinas rolantes

Temperatura 40°-50°C

Secagem numa temperatura máxima de 40°C

Gomar:

para 100 l de banho de goma:

8 kg de amido

4 kg goma de acrilato, por exemplo goma CB

0.4 kg lipídeos

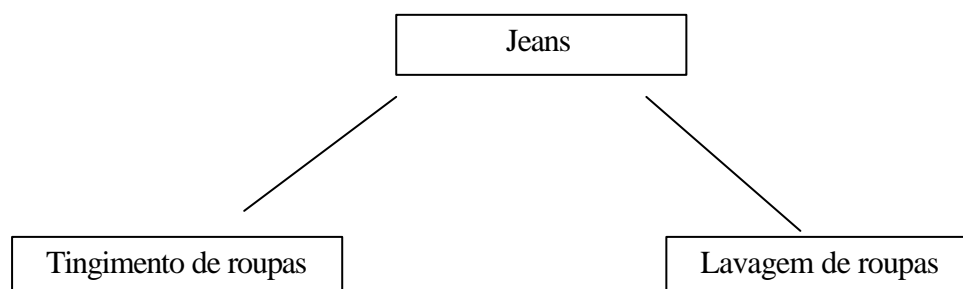
Temperatura dos banhos na tina de goma: 85°-90°C

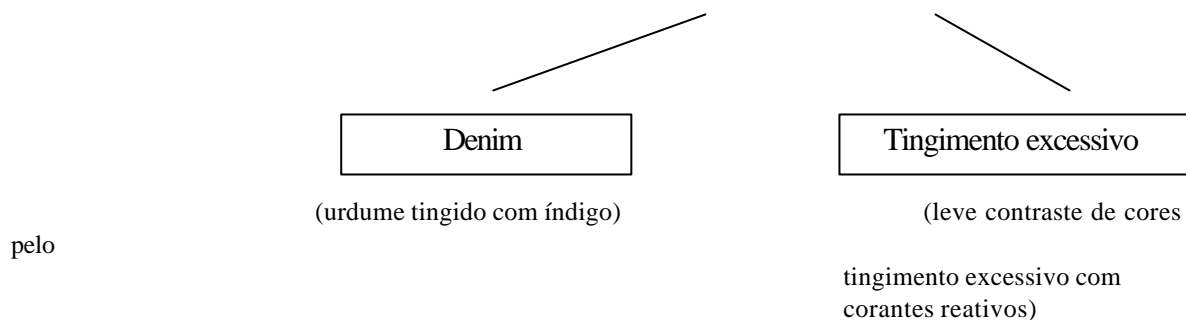
Aplicação da goma: 9-12%

Por causa do curto tempo da reação do corante no tingimento de urdume são tingidas só as camadas exteriores, se usar-se o índigo, o que é vantajoso nas diferentes lavagens “da moda”. Tingimentos com índigo distinguem-se do tingimento com outros corantes azuis pelo branqueamento progressivo e constante durante a lavagem. Neste caso resulta uma matiz de azul progressivamente brilhante.

Tratamento do Jeans

Conforme a gomagem, tecelagem e confecção distingue-se os seguintes grupos de tratamento:





Na Europa Central o tingimento de roupas é cada vez mais realizado.

Na Europa existem 700 jeans para cada 1.000 homens, e 400 para cada 1.000 mulheres.

Só empresas pequenas na Europa ocupam-se da lavagem de roupas. As grandes empresas deixam de confeccionar e lavar o material na Turquia, Tunísia e Marrocos.

Grandes empresas no Brasil são Santista, Vicunha e Alpacados.

Por questões econômicas o material de denim às vezes não é tingido com índigo puro. Misturas de corantes dão um “back-staining” mais forte. Uma análise pode ser feita por uma pipetagem de ácido nítrico. Um tingimento pelo índigo torna-se branco, misturas de corantes mostram um contraste menor.

Stone wash

O efeito “stone wash” em jeans é obtido ainda até agora pelas pedras na máquina de lavagem, atualmente com uma combinação de água de Javelle NaOCl. Pedras pomes são usadas na maioria das vezes como um meio que trata o material relativamente bem. Elas compõem-se de SiO₂ de origem vulcânica e são mais leves do que a água, por causa de inclusões de ar (peso específico de 0,8 a 0,9). O diâmetro das pedras fica entre 30 e 70 mm. As pedras-pomes não danificam tanto o material como por exemplo pedras de quartzo.

Em cada processo de lavagem são usadas 50 a 200 % de pedras-pomes, referindo-se ao peso do material. São misturadas em partes iguais as três pedras novas (que não são redondas), pedras grandes com diâmetro de 63 cm e pequenas pedras. O tamanho das pedras diminui pelo processo de lavagem e elas têm que ser substituídas constantemente pelas pedras novas. A perda consiste em até 50 % por lavagem.

Agora existem novos tipos de pedras como substitutos das pedras-pomes. Elas duram por muito mais tempo. Elas tem um perfil especial: redondas com pontas, cônicas e são de plástico, cerâmica ou polímeros orgânicos.

Perlit é uma areia de pedras-pomes e é usada em materiais sensíveis, é feito só um leve tratamento de superfície.

Abrasão local = sand-wash: O material é abrasado na superfície com areia (p. ex. corindo) através de pistolas.

“Rinsed-wash” = A cor escura do material permanece conservada. Ou é feita somente uma desengomagem ou o material é tratado com celulases por pouco tempo.

“moon-washed” é um tratamento de material seco com pedras mergulhadas na água de Javelle e resulta em um clareamento local no material. Também pode ser usado permanganato de potássio. Neste caso o processo

desenvolve-se muito mais rápido. Uma folha de plástico é posta em cima do material, para que o branqueamento não aja só em certos lugares. A folha de plástico é titorada depois pelas pedras. O dióxido de manganês que resultou da reação, tem que ser depois reduzido.

O tratamento “snow-washed” é realizado com o uso de pedras pequenas. Os clareamentos locais ficam mais próximos do que no tratamento “moon-washed”.

Na Alemanha, os tratamentos “moon-washed” e “snow-washed” não são mais realizados.

O tratamento “stone-wash” demora normalmente 60 min. É um tratamento com pedras. O tratamento “double-stone-wash” demora 90 min, “triple-stone-wash” 120 min e “heavy-stone-wash” 3 horas.

O material tratado com “stone-wash” não pode apresentar danos. O material tratado com “double-stone-wash” tem pelo menos 6 lugares danificados, o tratamento com “triple-stone-wash” mais do que 12 lugares danificados, principalmente no fim da calça. O material tratado com “heavy-stone-wash” é danificado fortemente.

Hoje em dia, 5 % dos jeans são do tipo “non-stone”, 95% são do tipo “stone-washed”.

O tratamento “white-wash” pode ser realizado em diferentes graduações, dependendo do pedido dos fregueses.

Hoje o tratamento “stone-wash” é feito com a ajuda de enzimas (veja capítulo especial), mas é realizado com menos pedras. O tempo de tratamento, como no tempo de tratamento “stone-wash” convencional, demora 60 min. Mas só é necessário por exemplo o uso de 100 % de pedras ao invés de 200 % de pedras; a danificação do material é menor. Também a danificação das máquinas e a quantidade da carga no esgoto são menores. Algumas empresas na Europa não usam pedras, e a diferença entre este processo e o processo “stone-wash” convencional não pode ser reconhecida pelo freguês. (Mas muitos confeccionadores exigem o processo “stone-wash”.)

A vantagem de não usar pedras seria, além da menor danificação de material e máquinas, um processo de trabalho mais curto e simples, porque não se necessita mais retirar as pedras dos bolsos.

Para diminuir a danificação das máquinas através do tratamento com pedras, algumas empresas colocam capas de borracha protetoras sobre as alhetas do dispositivo de arrastamento da máquina, ou são aparafusadas chapas adicionais, que são renovadas depois do desgaste.

Processos de Trabalho para o Tratamento de Jeans

1. Desengomagem

O material frequentemente tem pregas causadas por ser embrulhado em cartolinas. Por isso é importante que o material possa ser deslocado instantaneamente na máquina de lavar com tambor, por que, se não é feito isso, as pregas sofrem desgastes, que não são vistos depois da desengomagem, mas que podem ser vistos após seguidos tratamentos com agentes químicos mais fortes. Resultado: listras brancas da lavagem.

Por isso a máquina não deve ser sobrecarregada (proporção de banhos 1:8 até 1:10). Importante também é uma boa molhagem do material. Um antigripante deve ser usado em materiais críticos, o que pode diminuir um pouco a tendência de formação das pregas.

Senão o carregamento deve ser diminuído ou o material deve ser tampado.

A composição da goma é variável de acordo com a região. Normalmente usa-se amido com PVA ou CMC. O material é desengomado só com uma curta duração (15 min).

exemplo de uma receita:

2 g/l de amilase de bactérias, p.ex. bactosol MTN

1 g/l de agente molhante não ionogênico (ou um produto especial)

proporção de banhos 1:6 até 1:8
pH 6,5
15 min a 50-60 °C
água dura

Depois é enxaguado com água fria. É melhor enxaguar duas vezes por 2 min do que uma vez por 5 min.
Depois é centrifugado (nem todas as máquinas de lavar são máquinas que tem as opções de lavar e centrifugar).

2. Processo “stone-wash”

Proporção de banhos 1:5 até 1:7
1/3 pedras novas, 1/3 pedras grandes e 1/3 pedras pequenas, 50, 100 ou 200 % do peso do material, dependendo do efeito e da qualidade desejados.
temperatura 50-60 °C
tempo 45-60 min dependendo da qualidade do material

(O material pode ser destruído depois de 45 min, ou quase não pode ser reconhecido um efeito depois de 60 min!) Isto depende também da quantidade dos processos de mergulho no tingimento com índigo!

Um tingimento das partes brancas do material some na maioria das vezes por uma pós-lavagem. Mas é melhor se for usado detergente no banho.

3. Retirada das Pedras

Nas empresas maiores as pedras são retiradas com máquinas especiais. O material carregado num carro é despejado em um dispositivo elevador para dentro da máquina. O material percorre a máquina e cae de novo no outro lado num outro carro. As pedras caem por entre a máquina em depósitos. Mas as pedras tem que ser retiradas manualmente dos bolsos - um processo de trabalho dispendioso.

4. Branqueamento

Se for desejado um efeito branqueador, tem que ser feito um pós-branqueamento. Normamente usa-se uma lixívia de branquear, que contém cloro (desvantagem veja antes).
Não são usadas pedras durante o tratamento.

Receita:

15 - 25 ml/l de lixívia de branquear com um conteúdo de cloro ativo de 150 g/l
10 - 15 min a 60 °C
Proporção de banhos 1:8 até 1:10

O banho é aquecido primeiramente, depois é adicionada a lixívia de branqueamento.
Material claro é branqueado duas ou três vezes. O efeito também depende da qualidade da água. Muitas águas são fortemente cloradas.
O segundo banho de branqueamento tira mais cor do que o primeiro. Depois do primeiro banho de branqueamento o material é enxaguado uma ou duas vezes.

Tratamento anti-cloro

- a) redutivo com bisulfito de sódio NaHSO_3
3 g/l bisulfito de sódio
10 min a 60 °C
enxaguar com água morna e fria

Algumas empresas usam tiosulfato de sódio. Este é mais caro, mas dissolve-se melhor e não cheira.

- b) banho fraco de branqueamento com peróxido de hidrogênio e eventualmente um agente de branqueamento ótico.

Depois é centrifugado e secado na máquina Tumbler a 120 - 140 °C

stonewash + enzima

O tempo de tratamento é de aprox. 25 % menos, são usados 50 % menos pedras.

O esforço sobre o material é menor

1,5 % de enzima ácida
x kg de pedras-pomes
proporção material-pedras-pomes aprox. 1:1
pH 4,5 - 5,5 com ácido acético/acetato de sódio
50 min a 50-60 °C
Proporção de banhos 1:7 até 1:8
enxaguar com água quente e fria
separação material-pedras-pomes
pós-lavagem com desativação de enzima e um eventual “antibackstaining”

Desativação de Enzima e “Antibackstaining”

exemplo:

2-3 % de Sandoclear Z (agente com afinidade ao corante THM + agente de branqueamento ótico)

10 min a 70 °C

Proporção de banhos 1:6 até 1:8

enxaguar com água quente e fria

Lavagem enzimática “neutra”

2 % de enzima neutra

1 - 2 g/l de detergente não-ionogênico

pH 6,0 - 8,0

60 min a 50-60 °C

Proporção de banhos 1:4 até 1:8

enxaguar com água quente e fria

pós-lavagem com desativação da enzima

Exemplo:

2 % de Denimcol BS (CHT) = agente dispersante tóxico a enzimas

pH 7,0 - 9,5

10-20 min a 70-80 °C
enxaguar com água quente e fria
Proporção de banhos 1:8 até 1:15

Processo de branqueamento com glicose (branqueador ecológico) para jeans elásticos
(ao invés de branqueador clorado)

14 ml/l de lixívia de soda 50 %
11,0 g/l de glicose (ou a quantidade pré-determinada de Sirix ATO de Sandoz)
2 g/l de agente dispersante
1 g/l de detergente
Proporção de banhos 1:10
30 min a 80 °C
depois enxaguar com água morna e fria
neutralização com ácido acético

(transparência Sirix ATO)

Amaciar o Material

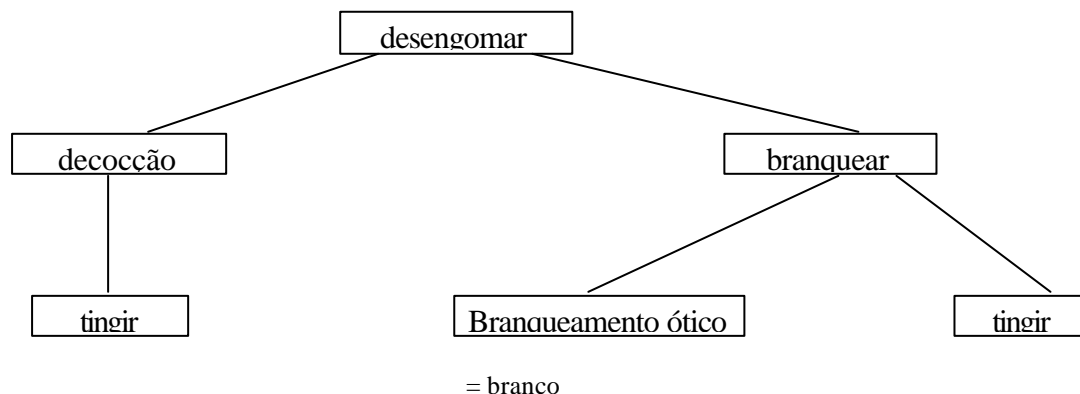
Na maioria das vezes é usado um amaciador catiônico

Receita recomendada pela empresa Sandoz:

Jeans pesados: 2 % de Ceranin KWL
Denim normal: 2 % de Ceranin KWL (catiônico)
2 % de Sandoperm MET (micro-emulsão de silicone)
Tencel: 4 % de Sandoperm MET
pH: 5
temperatura: 40 °C
tempo: 20 min
centrifugar
secar na máquina Tumbler (45 min a 80 °C)

Material Non Denim

O tingimento liso de calças jeans é realizado cada vez mais na Europa. Existem as seguintes possibilidades:



O material é, na maioria da vezes, tingido com corantes reativos, p. ex. Cibracon C (= corantes bifuncionais) ou Levafix. Em certos países são usados corantes diretos, sulfóricos ou de naftol.

As receitas para a desengomagem, a decocção, branqueamento e tingimento são iguais às receitas usadas no tingimento de tecidos e malhas.

Tingimento Excessivo de Denim

O processo normal de trabalho é o seguinte:

desengomar
lavar
tratamento com celulase (produz um material mais liso e um toque mais macio)
enxaguar
branquear com NaOCl
tratamento anti-cloro (na maioria das vezes com NaHSO₃)
enxaguar
sobretintamento (na maioria das vezes com corantes reativos)

as receitas são idênticas às descritas anteriormente

Controle do Produto Final

resistência à tração (especialmente no tratamento com enzimas)
eventualmente resistência à tração seguida (Elmendorf)
grau do clareamento
contraste entre fios tingidos e não tingidos
Backstaining (bem visível nos bolsos internos = indicador)
Influência da tonalidade de cor (especialmente por celulases)
pH do material (importante para têxteis ecológicos); pode ser realizado rapidamente com MORAPEX (veja prospecto)
grau de danificação: controle no cós, bainha, nos bolsos traseiros (em todos os lugares grossos com 4 camadas de material)
solidez de cor na fricção em materiais tingidos
solidez de cor na lavagem em materiais tingidos

Problemas na Amarelção de Jeans

Uma amarelção pode resultar em:

- a) restos de hipoclorito do banho de branqueamento
- b) óxidos nitrosos No_x do ar
- c) amaciadores catiônicos (Ceranin KWL da Sandoz é um amaciador catiônico que dissolve-se em água fria e não amarela o material)
- d) agentes de branqueamento ótico usados junto com amaciadores catiônicos amarelam o material. (Agentes de de branqueamento ótico são usados por Levi, Wrangler, Lee somente em materiais branqueados, não em materiais escuros)

Novos Desenvolvimentos no Setor do Jeans

Uma novidade são eco-jeans da Levis. É usado algodão com coloração natural do crescimento. Os jeans existem nas cores verde, marrom, azul e mais duas cores.

Jeans “Non-denim” são jeans escuros e não tingidos e ficam cada vez mais na moda na Europa.

Em ternos nobres de jeans tingidos escuros, o índigo é fixado com um produto catiônico, de forma que a cor não clareia durante as lavagens.

Uma outra novidade é que as calças jeans não são desengomadas mas tratadas com solventes (lavagem a seco): a calça continua rígida.

Soft-jeans ou jeans de casemira para mulheres contém 100 % de Tencel respectivamente misturadas em 59 % de algodão para homens. Existem também jeans de Tencel e linho.

Outra novidade são os “coated-jeans”. Eles tem um brilho e rigidez permanente.

A estamparia feita por laser dá um efeito de lavado no jeans.

“Wash and worry” e “easy care” são respectivamente produtos de jeans que são impregnados com pré-condensado de resinas sintéticas que são centrifugadas e depois fixadas na forma em um canal de aquecimento. Elas mantêm sua forma depois da lavagem.

Máquinas de Lavar

Na prática encontra-se normalmente máquinas de lavar e de centrifugar com um sentido de rotação alternado e com um dispositivo basculante, o que facilita o descarregamento. Às vezes encontra-se máquinas sem centrifugação. Nestes casos, a centrifugação tem que ser feita separadamente.

As máquinas mais conhecidas são máquinas de Tonello, na Alemanha, p.ex., encontra-se também máquinas de Milnor e Lavatec, Brongo, Minox, Clainox, D’Hooge, Olandesi, Spencer e Suprema.

As máquinas tem, na maioria das vezes, 3 alhetas, algumas tem 4.

Em máquinas de tambor para tingimento 6 alhetas são as mais adequadas. A máquina Lavatec tem 3 alhetas com uma perfuração adicional, para que esta máquina sirva também para o tingimento.

A Influência Recíproca dos 4 Fatores de Lavagem

(transparência círculo sinnérico)

1. O **tempo** influencia a **química**. (Danificação da fibra pelo agente de branqueamento, mas é necessário um tempo mínimo de reação)
2. A **temperatura** influencia a **química** (p.ex. o sabão obtém sua efetividade de lavagem só em temperaturas mais altas, agentes de branqueamento são independentes da temperatura)
3. O **tempo** influencia a **mecânica** (tempo mais longo = mecânica mais alta)
4. A **temperatura** influencia a **mecânica** (inchação maior das fibras)
5. A **química** influencia a **mecânica** (maior reação de detergentes e de agentes de branqueamento = mecânica maior)
6. O **tempo** influencia a **mecânica** (maior proporção de carregamento = mecânica mais alta)

A mecânica do tambor é também influenciada pelos seguintes fatores:

- tamanho do tambor: o tamanho do tambor determina a altura da queda, quanto maior a queda, mais alta a mecânica
- número de rotações do tambor: o número de rotações do tambor influencia a altura da queda. Com números baixos de rotação o material só é rolado, com um aumento do número de rotações o material fica cada vez mais perto da parede do tambor. Alcança-se a rotação ideal se o material cai - alegoricamente transferido ao relógio - de 11 horas para 6 horas e meia. Assim o material tem a possibilidade de se abrir e ser recalado de novo.
- capacidade: a mecânica pode ser influenciada se a máquina for sub- ou sobrecarregada.
 - subcarregamento: mais mecânica
 - sobrecarregamento: menos mecânica
- proporção de banhos: uma outra possibilidade de influenciar a máquina é dada pela escolha da proporção de banhos
 - banho de nível alto: pouca altura de queda, pouca mecânica
 - banho de nível baixo: grande altura de queda, mais mecânica

Adição de Produtos Químicos

Produtos em pó ou granulados (poderiam ser postos em cima de material seco, se possuísem um sistema de estabilizador integrado).

Produtos líquidos são adicionados por dispositivos laterais basculantes.

Máquinas de tingimento possuem recipientes adicionais.

Acabamento Enzimático de Produtos Lyocell

Sob o gênero da fibra Lyocell entende-se as marcas Tencel de Courtaulds, Lyocell de Lenzing e Newecell de Akzo. Tencel e Lyocell tem fibras cortadas de dimensão definida, Newecell tem fibras sem fim.

São fibras de celulose regenerada, que são obtidas da pasta química através de um novo método de fiação favorável ao meio ambiente.

A pasta química e o óxido amino são misturadas e aquecidas até a celulose se dissolver. A solução clara e viscosa é extrusada numa solução diluída de óxido amino e causa a formação de uma fibra celulósica. Depois da lavagem e secagem a fibra fica pronta pra o tratamento posterior.

A solução diluída de óxidos amino é limpada e recuperada novamente por uma evaporação simples das quantidades adicionais de água, que foram adicionadas durante o processo.

O solvente (N Metylmopolin, N Oxid) não é tóxico, segundo o produtor de fibras, e é recuperado.

O processo gasta menos energia, menos água e só pequenas quantidades de matérias-primas, que não se renovam.

(transparência)

Qualidades de Lyocell distinguem-se pelas seguintes características:

- alta rigidez no estado seco
- rigidez muito alta no estado molhado
- rigidez de laços muito alta
- baixo encolhimento na armação
- boa afinidade com o corante
- possibilidades de variações completamente novas na modulação de toque e da superfície por causa da fibrilação
- método de produção favorável ao meio ambiente

(transparência)

Fibrilação

Fibras de Lyocell mostram durante o tratamento no estado molhado uma elevada tendência para a fibrilação se aparecerem forças transversais e diagonais ao eixo horizontal da fibra, ou em caso de deformação da fibra. Esta característica é visível depois no material tingido ou na estampa, pelo acinzentamento da cor ou por uma listragem clara.

Em um tratamento na forma larga, a fibrilação é muito menor.

A fibrilação posterior, p.ex. pelas lavagens em casa, não é evitada por este tratamento.

A fibrilação das qualidades de Lyocell surge por um destrançamento de fibras isoladas e pela liberação das extremidades das fibras destrançadas na superfície do material.

Este processo da fibrilação no Lyocell é dividido principalmente em duas diferentes fases da fibrilação.

A **fibrilação primária** é o destrançamento de uma quantidade determinada de fibras isoladas, que torna-se visível pelas fibrilas individuais longas e proeminentes na superfície do material como uma nítida pele de fibras. Essas extremidades da fibra, que sobressaem em uma distância relativamente longa da superfície do material causam uma acentuada formação de Pilling.

(transparência com fibrilas proeminentes)

Depois de uma quantidade determinada de fibras destrançadas, é terminada a fibrilação primária. A quantidade da fibrilação depende da construção dos fios e dos tecidos.

Para a formação de uma fibrilação primária quantitativa trabalha-se convenientemente com máquinas descontínuas e rápidas com mecânica alta com p.ex. máquinas Jets, Overflow ou dobadoras.

Um processo normal para a formação de fibrilação primária sem considerar um pré-tratamento eventualmente realizado pode ser o seguinte:

descontinuamente, p.ex. Jet ou Overflow

Proporção de banhos 1:8 até 1:12

2 g/l de Biavin BPA (antigrimpante)

2 g/l de carbonato de sódio

60-120 min a 95 °C

enxaguar

Só com uma fibrilação primária completamente realizada pode logo depois ser realizada objetivamente a modificação da superfície do material.

As extremidades grossas e proeminentes das fibras são tiradas da superfície através do uso de celulases. Ganha-se uma qualidade lisa e macia do material, cuja rigidez no estado molhado é muito menor. Se o material não fosse completamente fibrilado na fase da fibrilação primária, surgiriam na próxima fase do tratamento, o tratamento com enzimas, fibrilas novas durante a desfibrilização. Se a fibrilação primária for retirada completamente, podem ser retiradas todas as extremidades das fibras através de um tratameto enzimático executado otimamente. A perda de peso causada por este tratamento é de cerca de 4 %.

No material assim preparado pode ser realizada a segunda fase da fibrilação, a **fibrilação secundária**.

A fibrilação secundária acontece em pontos de cruzamento de fios e forma um Flors fino e de fibras curtas justapostas em camada fina.

(transparência com Lyocell, Tencel e Newecell)

Não aparecem mais fibras proeminentes ou pilling. Assim pode ser obtido em qualidades de Lyocell um efeito de pele de pêssego.

A fibrilação secundária aparece em cada processo seguinte de acabamento em estado molhado ou em processos Tumble.

O acinzentamento de cores em materiais que sofrem um esforço grande durante a lavagem em casa, como a experiência ensina, pode ser reduzido nitidamente por um acabamento de alta qualidade.

Garment-washing de Tencel

Trata-se de materiais que foram pré-tratados intensivamente e foram tingidos (gasear, desengomar, lavar, secar, tingimento reativo KKV ou tingimento com pigmentos, secar).

Após a confecção o material é tratado em máquinas de tambor em banhos de altas proporções (1:20, 1:40) conforme o seguinte tratamento:

Fibrilar: 1g/l de detergente normal (p.ex. Sandopan BFN), às vezes sem detergente, 60 °C, depois de aquecer o banho o material é adicionado, lavar 30 min.

enxaguar 2 x 5 -10 min com água morna

Desfibrilar: aquecer a 60 °C, adicionar ácido acético (pH 4,8), ligar a máquina por pouco tempo, controle de pH, adicionar 3 % de celulase ácida, eventualmente adicionar de 0,5 a 1g/l de anti-grimpante, tratar 30 min, deixar escorrer o banho.

Desativação da enzima: 5 min a 70 °C com 1 g/l carbonato de sódio

enxaguar 3 vezes com água morna

Amaciar: 10 min a 40 °C com 4 % de amaciante, p.ex. Silan

centrifugar

secar a 80 °C

tempo total do processo: 2,5 horas

“Wash-out” de Tingimentos de Pigmentos

Trata-se de materiais que foram tingidos com pigmentos no processo Foulard, mas foi usado menos agente adesivo do que é necessário para alcançar uma fixação completa. A condensação é realizada como usual, p.ex. 1 min a 150 °C.

Depois da confecção segue-se o tratamento Garment-wash em máquinas de lavar com tambor. Corante de pigmentos não fixado é retirado pela lavagem, a qual dá o efeito típico de “wash-out”, especialmente nas costuras.

Lavagem: pelo menos 20 min a 60 °C com 1 g/l de detergente como p.ex. Sandopan BFN (a)

Enxague: 1 vez a 60 °C, duas vezes com água fria

Amaciar com 2 - 4 % de Tubingal S23 (k) pH 6, 10 min a 40 °C

Centrifugar, Secar a 80 °C

tempo total do processo: 1,25 horas