

棉织物低温精练剂配方的优化与设计

王 琛

(上海喜赫精细化工有限公司, 上海 201620)

摘 要: 针对棉织物低温前处理工艺普遍存在棉蜡去除不彻底、白度差、缸差大等问题,将渗透剂伯烷基磺酸钠 PAS-80、脂肪酸甲酯乙氧基化物 FMEE 及其磺酸盐 FMES,以及低温熔蜡剂羧乙基硫代丁二酸 CETSA 复配,得到适用于联合退浆机汽蒸工艺和间歇式工艺的低温精练剂。该低温精练剂对织物的渗透与除蜡效果显著,织物损伤小,工艺能耗低,符合节能减排的要求。

关键词: 精练剂; 低温前处理; 复配; 棉织物

中图分类号: TS192.22

文献标志码: B

文章编号: 1000-4017(2023)06-0028-04



PDF下载

Optimization and design of low temperature scouring agent formula for cotton fabric

WANG Chen

(Shanghai Xihe Fine Chemical Co., Ltd., Shanghai 201620, China)

Abstract: In order to solve the problems of incomplete wax removal, poor whiteness and large batch difference in the low temperature pretreatment process of cotton fabric, a low temperature scouring agent suitable for steaming process in combined desizing machine and batching process is obtained by compounding the penetrant sodium primary alkyl sulfonate PAS-80, fatty acid methyl ester ethoxylate FMEE and its sulfonate FMES, and the low temperature wax melting agent carboxyethyl thiosuccinic acid CETSA. The low temperature scouring agent has remarkable effect on penetration and wax removal, small damage to fabric, low energy consumption, and meets the requirements of energy saving and emission reduction.

Key words: scouring agent; low-temperature pretreatment; compound; cotton fabric

传统棉织物的前处理在 100 ℃高温条件下,使用碱、表面活性剂和双氧水,不仅车间温度高,浪费大量的蒸汽、水、电等能源,而且织物失重率大,强度损伤严重^[1-2]。随着印染工业清洁化的发展和工人对操作环境舒适度要求的提高,低温精练剂被更多的染厂使用。但在实际应用过程中,纯棉织物的低温前处理工艺普遍存在白度不高、毛效达不到传统工艺的水平、棉籽壳去除不净等问题,导致该类工艺前处理效果稳定性差、易产生缸差、操作复杂,不能适用于所有类型的面料^[3]。

要使低温精练剂具有良好的低温渗透、乳化和分散性能,单一的表面活性剂很难同时兼具上述性能^[4]。因此,本试验优选了表面活性剂伯烷基磺酸钠(PAS-80)、脂肪酸甲酯乙氧基化物(FMEE)、脂肪酸甲酯乙氧基化物磺酸盐(FMES)和羧乙基硫代丁二酸(CETSA)进行复配。其中,PAS-80和FMEE具有较低的表面张力和油水界面张力,在低温条件下有优秀的润湿性和纤维-工作液之间的污垢置换能力^[5];FMES分散性能优异,低温条件下可以防止污垢的相互聚集^[6];CETSA分

子结构中含有硫基,对蜡溶解性强,特别是低温条件下能够快速软化石蜡,破坏织物表面连续的蜡膜层^[7]。试验拟通过复配得到棉织物低温精练剂,通过协同增效作用获得满意的低温前处理效果。

1 试验部分

1.1 织物、试剂与仪器

织物 全棉精梳府绸(15 tex×15 tex,523.5根/10 cm×283根/10 cm,120 g/m²),针织珠地拉架布(22.7 tex×22.7 tex,200 g/m²,莱芜市庆丰布业有限公司)

试剂 脂肪酸甲酯乙氧基化物(FMEE)、脂肪酸甲酯乙氧基化物磺酸盐(FMES)、羧乙基硫代丁二酸(CETSA)、伯烷基磺酸钠(PAS-80)、耐碱渗透剂 TEXZO M400、氧漂稳定剂 EDDHA-Na(工业级,均为上海喜赫精细化工有限公司),30% H₂O₂(工业级,上海远大过氧化物有限公司),氢氧化钠、水玻璃(分析级,上海清奈实业有限公司)

仪器 SY-003型电子分析天平(淮安润凯工业设备有限公司),JG-12H型红外线高温染色小样机(杭州百铭仪器有限公司),FP-S型实验室烘箱(金华本松电气设备有限公司)

收稿日期:2022-11-20; 修回日期:2023-05-10

作者简介:王琛(1980—),男,硕士研究生,主要从事绿色纺织化学品的研发与应用工作。E-mail:138651@qq.com。

1.2 试验方法

以PAS-80、FMEE、FMES、CETSA质量浓度为影响因素,进行 $L_9(4^3)$ 正交试验,因素-水平设计如表1所示。

表1 正交试验因素-水平表
Table 1 Design table of orthogonal test

编号	$\rho(\text{PAS-80})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{FMEE})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{FMES})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{CETSA})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$
1	0.5	0.5	0.5	0.5
2	1.0	1.0	1.0	1.0
3	1.5	1.5	1.5	1.5

1.3 测试方法

1.3.1 复配精练剂的渗透性

根据GB/T 11983—2008《表面活性剂润湿力的测定 浸没法》,将待测液于60℃恒温,加入3 g/L氢氧化钠,测试碱性条件下的渗透力。

1.3.2 复配精练剂的乳化性

将矿物油与液体石蜡按质量比5:1复配得到混合油脂,记录油水分离出2 mL油脂的时间。时间越长表明乳化性能越好。

1.3.3 复配精练剂的分散力

100 mL试管中加入20 mL 1%的油酸皂、20 mL 1% CaCl₂溶液,摇匀,用待测试样滴定至钙皂全部均匀悬浮并稳定3 min,记录消耗试样的体积,测5次取平均值。消耗试样量越少,表明分散力越好。

1.3.4 复配精练剂的耐碱性

配制100 mL不同片碱质量浓度的碱溶液,加入0.5 g精练剂,搅拌均匀,静置6 h后观察水溶液外观,记录出现絮状悬浮物的片碱浓度,以表征该精练剂的耐碱性。

1.3.5 织物白度

根据GB/T 8424.2—2001《纺织品 色牢度试验 相对白度的仪器评定方法》,采用白度仪测定。

1.3.6 织物毛细效应

根据FZ/T 01071—2008《纺织品 毛细效应试验方法》测定。

2 结果与讨论

2.1 正交试验结果与分析

碱剂和双氧水组成的碱氧工作液由于表面张力较大,很难渗透到织物内部。与100℃高温条件相比,60~70℃碱氧液的表面张力会提高30%~40%,在织物表面的铺展性能较差。精练剂的渗透性对前处理效果的提升至关重要,良好的渗透性能有助于碱性工作液溶胀浆料,破坏棉籽壳与纤维的附着。按表1进行正交试

验,以复配精练剂的渗透性、乳化性、分散力为评价指标,结果见表2。

表2 正交试验结果与分析

Table 2 Results and analysis of orthogonal test

编号	$\rho(\text{PAS-80})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{FMEE})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{FMES})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{CETSA})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	渗透性/s	乳化性/s	分散力/mL
1	0.5	0.5	0.5	0.5	30	6	26
2	0.5	1.0	1.0	1.0	20	20	20
3	0.5	1.5	1.5	1.5	15	48	11
4	1.0	0.5	1.0	1.5	11	33	18
5	1.0	1.0	1.5	0.5	17	18	15
6	1.0	1.5	0.5	1.0	9	22	29
7	1.5	0.5	1.5	1.0	13	16	13
8	1.5	1.0	0.5	1.5	3	37	31
9	1.5	1.5	1.0	0.5	5	28	20
渗透性	k_1	22	18	14	17	—	
	k_2	12	13	12	14		
	k_3	7	10	15	10		
	R	15	8	3	8		
乳化性	k_1	25	18	22	17	—	
	k_2	24	25	27	19		
	k_3	27	33	27	39		
	R	3	14	6	22		
分散力	k_1	19	19	29	20	—	
	k_2	21	22	19	21		
	k_3	21	20	13	20		
	R	21	3	16	1		

由表2可知,影响体系渗透性的顺序为: PAS-80 > FMEE > CETSA > FMES。这是因为PAS-80的相对分子质量较小,表面张力为26.7 mN/m,能迅速在浆料、污垢层的表面铺展,并挤压纤维毛细管内部空气,快速进入纤维内部,表现出极佳的渗透力^[8]。FMES的相对分子质量大,渗透力较差,对提高体系渗透性影响较小。

棉纤维含有一定的棉蜡,棉蜡的融化点在60℃左右,如果精练剂的乳化力不够,则棉蜡很难被彻底去除。残留的棉蜡在超过熔点温度后会在纤维表面融化并形成一层蜡膜,降低纤维的亲水性。另外,针织布在织造过程中会沾附织造油剂,也需要精练剂有较好的乳化力将油污彻底去除。由表2可知,CETSA与FMEE对提高乳化力作用较为明显。这是因为CETSA相对分子质量较小,含有强极性基团巯基,吸电子能力强,能够减弱棉蜡结构中正构烷烃之间的吸引力,使固体蜡晶中烷烃分子排列松散。因此,CETSA可以在低温条件下软化棉蜡,并具有良好的润湿和渗透作用,是性能优异的低温溶蜡剂^[9]。FMEE含有脂肪酸甲酯结构,与

矿物油、动植物油有类似的油脂基团,对油污的增溶和乳化效果明显^[10]。FMES与PAS-80对乳化力的影响较小。

分散性能是棉织物前处理精练剂的重要指标。在长车工艺中,较好的分散性可以防止轧液槽浆料的聚集,减少硅酸盐在轧辊产生硅斑的倾向,并且可以提高逆流漂洗的洗涤效率。在间歇式工艺中,一般织物的前处理是1:5的小浴比,精练剂的分散性能优异可以防止污垢聚集,避免织物因不溶性盐类、污垢的沉积导致布面黯淡无光、手感粗糙。通过表2分析,对分散力的影响排序为:FMES > FMEE > PAS-80 > CETSA。这是因为FMES分子结构中含有支链甲酯基团和阴离子的 $-SO_3^-$ 基团。磺酸基团可以吸附于各种污垢表面,使污垢带相同的负电荷,减少聚集倾向;甲酯基形成的支链使分子链形成立体的空间结构,提高对污垢的分散力,因此FMES对提高分散性的影响最为明显。FMEE含有与FMES类似的甲酯基团,也具有优异的分散力,CETSA与PAS-80对分散力的影响较小。

2.2 低温精练剂前处理工艺

选择渗透、乳化与分散效果最好的3号和8号试验方案,分别以PAS-80 4.5 g/L、FMEE 13.5 g/L、FMES 13.5 g/L、CETSA 13.5 g/L和PAS-80 15 g/L、FMEE 10 g/L、FMES 5 g/L、CETSA 15 g/L进行复配,制得相同含固量的两种精练剂A和B(精练剂A的乳化性较好,精练剂B的渗透性较好),应用于纯棉梭织布和针织布的前处理。其中,梭织布的前处理常规工艺是冷堆后在退煮漂联合机100℃蒸汽短蒸,针织布前处理是在98℃溢流机中进行,由于实验室无法模拟低温汽蒸,两种棉布均在实验室染色机中进行前处理。

(1)低温前处理工艺

配制低温前处理工作液[低温精练剂A(或B) x g/L、30% H_2O_2 10.0 g/L、32%液碱3.0 g/L、EDDHA-Na 2.0 g/L、 H_2O_2 活化剂1.0 g/L,浴比1:5],以3℃/min升温至70℃,保温20 min后加入冰醋酸1.0 g/L,降温至50℃,加入除氧酶0.2 g/L保温10 min,排液后冷水洗一道。

(2)常规前处理工艺流程

配制低温前处理工作液(精练剂 y g/L、30% H_2O_2 8.0 g/L、32%液碱2.0 g/L、EDDHA-Na 2.0 g/L、水玻璃1.0 g/L,浴比1:5),以3℃/min升温至98℃,保温20 min后再加入冰醋酸1.0 g/L,降温至50℃,加入除氧酶0.2 g/L保温10 min,排液后冷水洗一道。

2.3 前处理效果

2.3.1 梭织布低温前处理效果

采用复配的精练剂A、B分别对梭织布进行低温前处理,并与常规工艺进行比较,结果如表3所示。

表3 梭织布前处理效果

Table 3 Pretreatment effect of woven fabric

ρ (精练剂)/($g \cdot L^{-1}$)	毛效/cm			白度/%		
	常规工艺	精练剂A	精练剂B	常规工艺	精练剂A	精练剂B
0.5	7.0	1.3	1.8	76.1	61.3	62.3
1.0	7.5	2.6	5.1	81.5	66.0	67.6
1.5	10.8	4.7	7.3	81.7	66.9	68.1
2.0	11.3	5.8	7.8	82.2	67.3	68.9
2.5	11.9	8.3	8.1	82.9	68.1	68.8
3.0	12.5	8.5	8.1	83.2	68.9	68.7

由表3可知,精练剂对白度的影响很小,白度的主要影响因素是双氧水用量和温度。对于梭织布低温前处理的毛效,精练剂B好于精练剂A。这是因为精练剂B渗透性能优异。高温前处理梭织布的毛效比低温工艺高5~6 cm,白度高10%~15%,表明梭织布的低温煮练效果不及高温前处理,主要原因可能是梭织布的结构致密,低温条件下即使提高了精练剂的渗透力,煮练和漂白效果始终较差。考虑到目前节能减排的趋势,特别是蒸汽价格(混合热力蒸汽接近300元/t),以及脱硫、脱硝、除尘等费用,梭织布的低温前处理仍然有应用价值。

2.3.2 针织布低温前处理效果

采用复配的精练剂A、B分别对针织布进行低温前处理,并与常规工艺进行比较,结果如表4所示。

表4 针织布前处理效果

Table 4 Pretreatment effect of knitted fabric

ρ (精练剂)/($g \cdot L^{-1}$)	毛效/cm			白度/%		
	常规工艺	精练剂A	精练剂B	常规工艺	精练剂A	精练剂B
0.5	8.7	3.1	3.7	82.6	70.5	73.3
1.0	11.8	6.5	7.3	82.9	71.7	73.6
1.5	12.5	8.7	10.5	84.5	72.8	73.7
2.0	14.1	13.6	13.4	85.7	72.9	74.2
2.5	14.8	13.9	13.6	85.7	73.6	74.5
3.0	14.9	14.1	13.6	85.7	74.9	75.1

由表4可知:对于毛效,当低温精练剂质量浓度在0.5~2.0 g/L时,精练剂B的处理效果好于精练剂A;当低温精练剂质量浓度超过2.0 g/L后,织物的毛效接近高温前处理工艺,原因是针织布的结构松散,主要的污垢为各种油剂,低温条件下,通过表面活性剂的优化与复配,可以获得理想的毛效。另外,精练剂A处理织物的毛效更高。这说明精练剂用量较少时,渗透性对提高毛效影响较大;精练剂用量较大时,渗透性相近,乳化力好的精练剂对针织布毛效的提高更有效。白度方面,精练剂A稍好于精练剂B,说明优异的渗透性更有利于双氧水在工作液和织物之间进行交换。

2.4 汽蒸工艺和间歇式工艺低温前处理配方

乳化与分散性能好的精练剂A适用于针织布前处理,渗透性好的精练剂B适用于梭织布前处理。根据

正交试验,制得适用于联合退浆机汽蒸工艺的低温精练剂(1#、2#配方)和间歇式工艺的低温精练剂(3#配方)。考虑到低温前处理工艺精练效果普遍偏低,为尽可能提高精练指标,降低温度的同时提高碱剂和双氧水的用量,不仅坯布处理效果提升明显,而且成本增加幅度较小,这就需要低温精练剂有更好的耐碱性能,因此在低温精练剂配方中添加一定量的耐碱渗透剂M600,加入螯合剂EDDHA-Na提高双氧水的稳定性,具体配方见表5。

表5 低温精练剂配方

Table 5 Formulation of scouring agent

助剂	1#配方	2#配方	3#配方	
w(渗透剂PAS-80)/%	9	10	4.5	
w(乳化剂FMEE)/%	6	7	13.5	
w(分散剂FMES)/%	3	3	13.5	
w(除蜡剂CETSA)/%	9	10	13.5	
w(耐碱剂M600)/%	27	15	0	
w(螯合剂EDDHA-Na)/%	2	2	2	
w(杀菌剂Bit)/%	0.1	0.1	0.1	
碱剂NaOH	调节pH=7	调节pH=7	调节pH=7	
w(去离子水)/%	43.9	52.9	52.9	
指标	外观	均匀,不分层	均匀,不分层	均匀,不分层
	有效含量/%	40	35	40
	倾点/°C	<0	<0	<0
	耐碱性/(g·L ⁻¹)	220	100	40
应用效果	30 min 毛效/cm	>8	>8	>10
	白度	>65	>65	>70

3 结论

(1)PAS-80的表面张力较低(26.7 mN/m),能迅速在浆料、各种杂质表面铺展,并能挤压纤维内部空气,快速进入纤维内部,表现出极佳的渗透力。FMEE和CETSA对体系乳化力的提高影响最为明显,FMEE含有类似油脂的脂肪酸甲酯结构,对矿物油乳化效果好,

(▲上接第27页)

(2)高温型复合酶TH退煮一步轧蒸工艺相较于常规较低温度下的酶法退煮工艺,在润湿性能的提升与棉蜡去除方面有显著优势,毛效提升约33%,棉蜡去除效率提升约50%,处理效果接近碱法工艺,且明显降低了对棉布的损伤并减少了能耗与污染。

(3)在高温型复合酶TH退煮一步轧蒸工艺中加入少量耐高温碱性纤维素酶,可使果胶与棉蜡的去除率提高约12%,同时进一步起到除杂的作用。

参考文献:

- [1] 李大鹏,朱冬燕,周云,等.生物酶无碱轧蒸工艺在纯棉前处理中的应用[J].染整技术,2007(5):20-21.
- [2] 曹争艳,房宽峻,郝龙云,等.生物酶短流程前处理工艺比较[J].染整技术,2009,31(2):25-27.
- [3] 王茂龙,贺江平,麻录亮.棉织物复合生物酶短流程前处理工艺[J].

CETSA含有强极性基团巯基,能够减弱蜡垢中正构烷烃之间的吸引力,在低温条件下软化棉蜡效果好;FMES对污垢有极佳的悬浮作用,对提高体系的分散力影响最为明显。

(2)通过正交试验得到乳化与分散性能好的精练剂A和渗透性好的精练剂B,分别适用于针织布和梭织布前处理;再进一步复配并优化,制得适用于联合退浆机汽蒸工艺和间歇式工艺的低温精练剂。

(3)梭织物由于纱线之间结构紧密,低温前处理效果明显差于传统的高温工艺;针织布结构松散,纱线之间间隙大,在低温条件下,可以通过表面活性剂的优化与复配,获得接近于高温工艺的毛效。双氧水的漂白白度与精练剂的渗透性有关,提高精练剂渗透力,可以提高漂白白度,但提升幅度较小,影响漂白的关键因素还是温度。

参考文献:

- [1] 张靖宇,李佳广,许佳,等.棉织物冷轧堆前处理低温精练剂RA的制备及应用[J].印染,2019,45(6):22-25.
- [2] 武守营,胡啸林,董玲.麻针织物的三合一高效精练剂前处理[J].印染,2017,43(8):22-25.
- [3] 贾路航.表面活性剂的复配及其在除油清洗中的应用[J].安徽化工,2013,39(6):37-40.
- [4] 师文钊,邢建伟,王雪燕,等.纯棉毛巾织物低温一浴法前处理工艺[J].印染,2019,45(8):22-26.
- [5] 徐军.FMEE与FMES的合成及在除蜡水配方中的应用[J].四川化工,2022,25(4):6-9.
- [6] 徐星喜.阴离子表面活性剂的应用与创新[J].中国洗涤用品工业,2012(8):46-50.
- [7] 李海洋,刘满辉.羧甲基硫代丁二酸的合成以及在酸性皂洗工艺中的应用[J].国际纺织导报,2012,40(7):43-47.
- [8] 林凯.复配表面活性剂在轮胎自洁素中的应用[J].云南化工,2022,49(8):36-39.
- [9] 王成信.酒店布草清洗剂的研发与配方设计[J].中国洗涤用品工业,2022(7):34-39.
- [10] 王琛.FMEE与FMES的合成及其在退浆中的应用[J].印染,2022,48(7):41-44.
- [11] 靳贺玲,秦妹.碱性果胶酶精练对棉纤维表面结构的影响[J].纺织学报,2009,30(3):53-57.DOI:10.13475/j.fzxb.2009.03.023.
- [12] SARAVANAN D, RAMANATHAN V, KARTHICK P, et al. Optimisation of multi-enzyme scouring process using Taguchi methods[J]. Indian Journal of Fibre and Textile Research, 2010, 35(2):164-171.
- [13] 罗维新,李春光,武广林,等.棉织物低温前处理技术[J].印染,2012,38(20):18-21.
- [14] 黄伟,洪枫.精练酶的酶学特性和复配及降解棉籽壳的效果[J].印染,2012,38(4):1-5.
- [15] 周舒翔,丁平,葛元宇,等.纺织用酶制剂复配技术研究与进展[J].中国纤检,2012(22):84-88.DOI:10.14162/j.cnki.11-4772/t.2012.22.023.
- [16] 封怀兵,王华印.纯棉织物复配酶精练工艺设计及分析[J].纺织科技进展,2008(5):7-8.DOI:10.19507/j.cnki.1673-0356.2008.05.003.
- [17] CHUNG C, LEE M, CHOE E K. Characterization of cotton fabric scouring by FT-IR ATR spectroscopy[J]. Carbohydrate Polymers, 2004, 58(4):417-420.