

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017050230306

微粒对洗涤剂絮凝效果的影响

解帅帅^{1,2}, 刘明午¹, 聂素双¹

(1. 北京服装学院 材料科学与工程学院 北京 100029; 2. 国安社区(北京)科技有限公司 北京 100020)

摘要: 选择几种有代表性的微粒作为絮凝助剂, 通过对通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂及其混合物进行絮凝, 探讨微粒的粒径、种类对洗涤剂絮凝效果的影响。结果表明: 对于离子型洗涤剂的絮凝, 300目活性炭的助凝效果较好; 对于非离子型洗涤剂的絮凝, 淀粉微粒助凝效果较好。各种微粒作为助凝剂都能够改善这些洗涤剂及其混合物的絮凝效果, 并在保证出水水质的前提下, 絮凝同样的洗涤剂能减少絮凝剂的用量。

关键词: 微粒; 絮凝; 洗涤剂; 助凝

中图分类号: TS 196 文献标志码: A

Study on the particles effect of flocculating detergent

XIE Shuaishuai^{1,2}, LIU Mingwu¹, NIE Sushuang¹

(1. School of Materials Science and Engineering, Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China;

2. Guoan Community (Beijing) Technology Co., Ltd., Beijing 100020, China)

Abstract: The effect of particle size and species on detergent flocculation was explored, by selecting several representative particles as the flocculation aid, and flocculating via general washing powder, strong detergent, saponification, emulsifier and their mixtures. The results was showed that for the flocculation of ionic detergent, 300 mesh activated carbon has better coagulation effect. And for non-ionic detergent flocculation, the starch particles perform a better coagulation effect. As coagulant, various particles are able to improve the flocculation effect of these detergents and their mixtures. And moreover, under the premise of ensuring treated water quality, the amount of flocculant can be reduced to flocculate same detergent.

Keywords: particles; flocculation; detergent; coagulant

洗衣废水是生活污水的重要组成部分, 且洗衣废水排放量逐年增加。如何处理各类洗衣废水, 成为目前急需解决的问题。其中絮凝法因设备投资少、操作管理方便、占地少等优点, 在处理污水方面得到了较为广泛的应用^[1]。本文研究活性炭、硅藻土、淀粉、石英砂、煤渣和玉米面微粒作为絮凝助剂, 对通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂以及混合洗涤剂的絮凝作用。

1 实验部分

1.1 材料、试剂和仪器

絮凝剂 E^[2] (工业级, 苏州昊诺工贸有限公司) 聚马来酸 (工业级, 山东泰和水处理有限公司) 通用洗衣粉、强力洗衣粉、非离子乳化剂 (工业级, 北京日光精细化工技术研究所) 活性炭、石英砂、煤渣 (工业级, 承德星源活性炭有限公司) 土豆淀粉 (食品级, 北京味美发食品有限公司) 玉米淀粉 (食品级, 北京利兴商贸有限公司) 红薯淀粉 (食品级, 迁安市金牛淀粉有限公司) 玉米面 (食品级, 自制) 硅藻土 (化学纯, 天津市光复精细化工研究所) 102 型定性滤纸 (杭州特种纸业股份有限公司)。

XW-PDR 型平动式常温染色小样机 (江苏靖江市新旺染整设备厂), AR2140 型电子天平 (美国奥

收稿日期: 2017-05-31

基金项目: 北京市财政资金资助项目 (PXM2012_178203_000001)

第一作者简介: 解帅帅, 硕士生, 研究方向为洗衣废水处理。

通信作者: 聂素双, E-mail: clyniesushuang@bift.edu.cn。

豪斯公司) ,D2004 W型搅拌机(上海司乐仪器有限公司) ,DP-AW精密数字(微差压)压力机(南京桑力电子设备厂) ,PORS-15 V型便携式水质快速测定仪(北京普析通用仪器有限责任公司)。

1.2 溶液的配制

1.2.1 洗涤剂配制

本文所用洗涤剂分别为通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂、混合洗涤剂,其中离子型洗涤剂包括通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液;非离子型洗涤剂为乳化剂。

分别配制质量浓度为4.8 g/L的通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂溶液各1 L。混合洗涤剂的配制方法:分别称取通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂各4.8 g,使其溶于500 mL烧杯中,再装入容量瓶中定容至1 L,放入试剂瓶中并在平动式染色机上震荡3 h,静置7 h后使用。

1.2.2 微粒溶液的配制

准确称取300目活性炭2 g于烧杯中,加入少量蒸馏水混合均匀,放入100 mL容量瓶中,定容到100 mL,使用前摇匀。分别配置质量浓度为20 g/L的红薯淀粉、土豆淀粉、玉米淀粉、300目活性炭、200目活性炭、200目玉米面溶液各100 mL。

120、35目活性炭,200、120、35目的硅藻土,80~120、200目石英砂,由于无法形成均匀的溶液,所以不配置成溶液,在实验中以固体形式加入。

1.3 实验方法

选用阳离子型有机高分子絮凝剂E,助凝剂为聚马来酸,絮凝助剂为各种微粒,通过实验得到未加微粒时各种洗涤剂溶液的最佳絮凝工艺,配制质量浓度均为4.8 g/L的通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂、混合洗涤剂溶液各1 L的最佳絮凝工艺为:分别加入聚马来酸0.5、0.5、0.5、4.8、2.6 g,再分别加入絮凝剂E 0.55、0.25、0.25、5.50、0.70 g。

取洗涤剂溶液各25 mL至三角瓶中,根据1.2.2,分别加入微粒溶液5 mL或固体微粒0.1 g后,按最佳絮凝工艺条件依次加入聚马来酸、絮凝剂E,再震荡补水至100 mL,混合均匀,静置5 min,用滤纸静态过滤。测试滤液的透光率、浊度、电导率及表面张力,观察微粒对絮凝效果的影响。

1.4 测试方法

透光率:在光波长为560 nm条件下,以去离子水为参比,使用分光光度计测定透光率。

浊度:参照GB 13200—1991《水质 浊度的测定》测试。

电导率:参照GB/T 11007—2008《电导率仪试验方法》测试。

表面张力采用最大气泡法进行测定。

2 结果与讨论

2.1 微粒粒径对絮凝效果的影响

分别选用300、200、120目的活性炭,200、120、35目的硅藻土,200、80~120目的石英砂为研究对象,研究其作为絮凝助剂对通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂和混合洗涤剂絮凝效果的影响。

2.1.1 活性炭粒径对洗涤剂絮凝效果的影响

对比添加300、200、120目活性炭和不添加微粒时的洗涤剂的絮凝效果,活性炭粒径对洗涤剂絮凝效果的影响结果见表1。

由表1可知,上述5种洗涤剂经滤纸静态过滤后,使用活性炭微粒与未使用微粒的相比较,透光率、浊度改善较小。在离子型洗涤剂(通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液)中加入不同目数的活性炭,其电导率略有降低;而在非离子型洗涤剂(乳化剂)、混合洗涤剂中加入不同目数的活性炭,其电导率略有增加。这是因为活性炭能吸附且中和阴离子型表面活性剂,从而使其电导率降低,但活性炭微粒对非离子型表面活性剂吸附能力很弱,且自身带电荷,故使其电导率增大。

对不同类型洗涤剂溶液,加入不同粒径活性炭微粒比未加微粒的溶液的表面张力都有所增大,其中离子型洗涤剂溶液的表面张力为71.00 mN/m,接近纯水的表面张力,说明活性炭微粒能够较大幅度地提高离子型洗涤剂的絮凝效果。加入不同粒径活性炭微粒比未加微粒的溶液的 Q_c 值(单位质量洗涤剂所需絮凝剂和助凝剂的质量)有所降低,说明加入活性炭微粒比未加入微粒时,絮凝同样的洗涤剂所需的絮凝剂有所减少。

加入300目的活性炭的通用洗衣粉溶液的透光率为98.7%、浊度为0,与加入200、120目活性炭微粒的效果相近;溶液表面张力71.00 mN/m,比加入200、120目活性炭微粒后溶液的表面张力大,说明加入300目活性炭的溶液中洗涤剂含量最少;其 Q_c 值最小为0.46, Q_c 值越小说明絮凝同样的洗涤剂所需的絮凝剂越少,即使用300目活性炭时需要的絮凝剂量最少,加入300目活性炭的通用洗衣粉絮凝效果最好。同理,加入300目活性炭的强力洗衣粉絮凝效果较加入其他粒径要好。

活性炭粒径对皂化液的絮凝影响不大。活性炭在絮凝洗涤剂中起到2个作用,一是作为吸附剂,另一为絮凝提供凝聚晶核。在乳化剂的絮凝中,无论是否加入微粒, Q_c 值均在8以上,因为乳化剂为非

表 1 活性炭粒径对洗涤剂絮凝效果的影响

洗涤剂种类	微粒种类	透光率/%	浊度/NTU	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_c 值
通用洗衣粉	无	100.00	0	1 776.00	55.30	0.88
	300 目活性炭	98.70	0	1 512.00	71.00	0.46
	200 目活性炭	98.70	0	1 733.00	56.80	0.58
	120 目活性炭	100.00	0	1 628.00	70.30	0.50
强力洗衣粉	无	100.00	0	1 763.00	54.50	0.63
	300 目活性炭	98.60	1.31	1 623.00	71.00	0.46
	200 目活性炭	98.80	1.09	1 664.00	58.00	0.63
	120 目活性炭	100.00	0	1 597.00	71.40	0.67
皂化液	无	99.20	0	387.00	70.20	0.59
	300 目活性炭	99.60	0	341.00	68.30	0.53
	200 目活性炭	99.50	0	404.00	69.00	0.53
	120 目活性炭	100.00	0	314.00	68.60	0.53
乳化剂	无	94.70	15.40	3 760.00	31.50	8.58
	300 目活性炭	98.00	2.75	3 840.00	47.30	8.33
	200 目活性炭	96.30	10.40	3 980.00	32.00	8.17
	120 目活性炭	96.00	4.08	4 250.00	43.10	8.33
混合洗涤剂	无	94.30	8.77	2 910.00	30.90	0.63
	300 目活性炭	97.30	8.27	2 630.00	32.20	0.59
	200 目活性炭	93.30	8.44	2 670.00	30.40	0.58
	120 目活性炭	94.70	9.23	2 730.00	32.10	0.63

注: Q_c 为单位质量洗涤剂所需絮凝剂和助凝剂的质量, $Q_c = \text{消耗的絮凝剂和助凝剂质量} / \text{洗涤剂质量}$ 。微粒种类中“无”为没有添加微粒。下同。

离子型表面活性剂, 活性炭和絮凝剂都对非离子表面活性剂的絮凝作用不大。

2.1.2 硅藻土粒径对洗涤剂絮凝效果的影响

对比添加 200、120、35 目硅藻土和不添加微粒对通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂、混合洗涤剂的絮凝效果。硅藻土粒径对洗涤剂絮凝效果的影响见表 2。可以看出 5 种洗涤剂经滤纸静态过滤后, 使用硅藻土微粒与未使用微粒相比较, 透光率、浊度改善较小, 电导率略有降低, 这是因为硅藻土能吸附或中和各种洗涤剂从而使其电导率降低。表面张力略有增加, 说明洗涤剂溶液中洗涤剂含量较大; Q_c 值略有降低, 说明加入硅藻土微粒比未加入微粒时, 絮凝同样的洗涤剂所需的絮凝剂有所减少, 使用 35 目的硅藻土时 Q_c 值最小。

2.1.3 石英砂粒径对洗涤剂絮凝效果的影响

对比添加 200、80~120 目石英砂和不添加微粒对通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂、混合洗涤剂的絮凝效果, 石英砂粒径对洗涤剂絮凝效果的影响见表 3。可以看出 5 种洗涤剂经滤纸静态过滤后, 使用不同粒径石英砂微粒与未使用微粒的溶液相比, 处理后的水质各个指标及 Q_c 值均差别不大。

所以石英砂对洗涤剂的絮凝没有作用, 这是因为石英砂没有吸附作用, 且石英砂表面基本不带电荷, 不能起到凝聚晶核的作用。

2.2 微粒种类对絮凝效果的影响

定性分析不同种类微粒对通用洗衣粉、强力洗衣粉、皂化液、乳化剂和混合洗涤剂絮凝的影响。

2.2.1 对通用洗衣粉絮凝效果的影响

对比加入 300 目活性炭、35 目硅藻土、红薯淀粉、土豆淀粉、玉米淀粉、200 目煤渣、200 目玉米面和不添加微粒对通用洗衣粉的絮凝效果, 微粒种类对通用洗衣粉絮凝效果的影响表 4。

由表 4 可知, 加入不同微粒的通用洗衣粉溶液经滤纸静态过滤后的透光率和浊度差别不大。加入 300 目活性炭的溶液电导率为 1 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 小于其他微粒处理后溶液的电导率; 表面张力为 71.0 mN/m , 接近纯水; Q_c 值为 0.46, 其余微粒 Q_c 值均在 0.75 以上, 说明添加 300 目活性炭絮凝同样的洗涤剂所需絮凝剂最少。由此可得对于通用洗衣粉, 使用 300 目活性炭处理后的洗涤剂絮凝效果最好, 其次为 35 目硅藻土和淀粉。活性炭有丰富的细孔, 比表面积可达 2 000 m^2/g ^[4], 而且活

表2 硅藻土粒径对洗涤剂絮凝效果的影响

洗涤剂种类	微粒种类	透光率/%	浊度/NTU	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_e 值
通用洗衣粉	无	100.0	0	1 776	55.3	0.88
	200目硅藻土	98.2	0	1 657	56.6	0.79
	120目硅藻土	99.6	0	1 735	57.6	1.00
	35目硅藻土	99.6	0	1 735	57.6	0.83
强力洗衣粉	无	100.0	0	1 777	54.7	0.63
	200目硅藻土	98.1	0	1 599	54.6	0.58
	120目硅藻土	98.4	0	1 619	57.6	0.63
	35目硅藻土	100.0	0	1 761	53.6	0.50
皂化液	无	99.2	0	387	70.2	0.59
	200目硅藻土	100.0	0	360	69.3	0.53
	120目硅藻土	99.5	0	355	68.4	0.53
	35目硅藻土	100.0	0	353	69.4	0.50
乳化剂	无	94.3	17.60	4 090	31.4	8.58
	200目硅藻土	94.6	7.08	3 890	30.7	7.75
	120目硅藻土	94.9	5.05	3 940	35.2	7.92
	35目硅藻土	85.1	34.20	3 910	33.3	7.75
混合洗涤剂	无	94.3	8.77	2 910	30.9	0.63
	200目硅藻土	96.2	7.19	2 660	31.8	0.59
	120目硅藻土	96.4	5.46	2 760	31.5	0.59
	35目硅藻土	96.8	8.59	2 780	31.3	0.57

表3 石英砂粒径对洗涤剂絮凝效果的影响

洗涤剂种类	微粒种类	透光率/%	浊度/NTU	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_e 值
通用洗衣粉	无	100.0	0	1 776	55.3	0.88
	80~120目石英砂	98.1	0	1 728	56.9	0.88
	200目石英砂	99.6	0	1 775	55.9	0.88
强力洗衣粉	无	100.0	0	1 557	54.7	0.63
	80~120目石英砂	98.6	3.14	1 675	58.9	0.63
	200目石英砂	98.0	2.74	1 669	56.9	0.63
皂化液	无	99.2	0	387	70.2	0.59
	80~120目石英砂	100.0	0	456	69.3	0.53
	200目石英砂	100.0	0	409	69.4	0.53
乳化剂	无	94.3	17.60	4 090	31.4	8.58
	80~120目石英砂	96.2	6.05	3 490	33.1	7.50
	200目石英砂	94.1	16.10	3 520	33.6	7.75
混合洗涤剂	无	94.3	8.77	2 910	30.9	0.63
	80~120目石英砂	94.0	5.74	2 630	31.1	0.59
	200目石英砂	95.4	4.76	2 770	30.7	0.62

性炭有丰富的表面官能团,如羧基、羰基、酚羟基、酰胺基,这些都使活性炭具有较好的吸附性能^[5]。由于电离、离子的吸附和晶格的取代等作用,使活性炭的表面带有电荷,在絮凝中起到提供凝聚晶核的作用,增强了絮凝的作用^[6]。

2.2.2 对强力洗衣粉絮凝效果的影响

对比加入300目活性炭、35目硅藻土、红薯淀粉、土豆淀粉、玉米淀粉、200目煤渣、200目玉米面和不添加微粒对通用洗衣粉的絮凝效果,微粒种类对强力洗衣粉絮凝效果的影响表5。

表4 微粒种类对通用洗衣粉絮凝效果的影响

微粒种类	透光率/ %	浊度/ NTU	电导率/ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/ ($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_e 值
无	100.0	0	1 776	55.3	0.88
300 目活性炭	98.7	0	1 512	71.0	0.46
35 目硅藻土	99.6	0	1 735	57.6	0.83
红薯淀粉	100.0	2.97	1 603	57.0	0.75
土豆淀粉	98.5	0	1 626	55.9	0.83
玉米淀粉	99.0	2.85	1 635	56.5	0.92
200 目煤渣	99.7	0	1 690	52.4	0.88
200 目玉米面	98.6	2.10	1 775	56.0	1.13

表5 微粒种类对强力洗衣粉絮凝效果的影响

微粒种类	透光率/ %	浊度/ NTU	电导率/ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/ ($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_e 值
无	100.0	0	1 757	54.7	0.63
300 目活性炭	98.6	1.31	1 623	71.0	0.46
35 目硅藻土	100.0	0	1 761	53.6	0.50
红薯淀粉	100.0	0	1 568	55.0	0.67
土豆淀粉	100.0	0	1 559	51.8	0.67
玉米淀粉	98.4	0	1 527	55.3	0.71
200 目煤渣	98.6	3.14	1 675	58.9	0.63
200 目玉米面	99.8	0	1 806	51.9	0.58

由表5可知,微粒对强力洗衣粉絮凝效果的影响因素中,300目活性炭效果最好,其次为35目硅藻土。当使用硅藻土微粒处理强力洗衣粉时,其透光率为100%,浊度为0,表面张力为53.6 mN/m, Q_e 值为0.50。对比浊度和透光率2个指标,使用200目硅藻土絮凝过滤后的水质较使用300目活性炭清澈,这是因为当活性炭的目数大时会有部分残留在水中,使水的浊度增加,透光率下降。硅藻土的比表面积为19~65 m^2/g ,具有较强的吸附性能;另外硅藻土表面有B酸和L酸,硅藻土的主要成分是 SiO_2 ,还含有少量 Al_2O_3 ,使其具有一定的酸性,硅藻土的酸中心结构是 AlO_2^- —与Si同型置换产生的^[7],硅藻土表面带有较多的正电荷,强力洗衣粉主要为阴离子表面活性剂,因此硅藻土能较好的与表面活性剂作用,提供凝聚晶核,增强絮凝作用。另外硅藻土价格便宜,具有更好的市场前景。

2.2.3 对皂化液絮凝效果的影响

分别选用300目活性炭、35目硅藻土、红薯淀粉、土豆淀粉、玉米淀粉、200目煤渣、200目玉米面和不添加微粒对皂化液絮凝,微粒种类对皂化液絮凝效果的影响见表6。

表6 微粒种类对皂化液絮凝效果的影响

微粒种类	透光率/ %	浊度/ NTU	电导率/ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/ ($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_e 值
无	99.2	0	387	70.2	0.59
300 目活性炭	99.6	0	341	68.3	0.53
35 目硅藻土	100.0	0	353	69.4	0.50
红薯淀粉	100.0	0	335	68.4	0.47
土豆淀粉	100.0	0	345	69.1	0.47
玉米淀粉	100.0	0	347	68.5	0.47
200 目煤渣	100.0	0	456	69.3	0.53
200 目玉米面	100.0	0	365	69.3	0.50

由表6可知,对于皂化液的絮凝,不论是否使用微粒,其处理后出水的透光率均接近100%,浊度为0 MTU,电导率在350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 左右,表面张力在69.0 mN/m左右,微粒种类对静态滤纸过滤后的水质指标影响不大。在不使用微粒时, Q_e 值为0.59,使用微粒后, Q_e 值在0.47~0.53之间,所以各种微粒在絮凝皂化液时絮凝同样的洗涤剂均能减少洗涤剂的用量,因为皂化液的主要成分是脂肪酸钠,是较容易的絮凝对象。

2.2.4 对乳化剂絮凝效果的影响

分别选用300目活性炭、35目硅藻土、红薯淀粉、土豆淀粉、玉米淀粉、200目煤渣、200目玉米面和不添加微粒对乳化剂絮凝,微粒种类对乳化剂絮凝效果的影响见表7。

表7 微粒种类对乳化剂絮凝效果的影响

微粒种类	透光率/ %	浊度/ NTU	电导率/ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/ ($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_e 值
无	94.3	17.60	4.09	31.4	8.58
300 目活性炭	98.0	2.75	3.84	47.3	8.33
35 目硅藻土	85.1	34.20	3.91	33.3	7.75
红薯淀粉	94.4	8.93	3.71	32.1	7.33
土豆淀粉	93.4	13.90	3.73	31.9	7.50
玉米淀粉	94.0	9.62	3.76	30.8	7.33
200 目煤渣	89.4	28.90	3.42	33.9	7.92
200 目玉米面	90.0	21.50	3.91	33.8	7.92

由表7可知,无论是否使用微粒对于乳化剂溶液的絮凝效果均影响不大且 Q_e 值均在7以上。当加入淀粉微粒时,相对而言絮凝过滤后溶液较为清澈,且淀粉微粒絮凝同样的洗涤剂所需絮凝剂的量少,其中使用红薯淀粉和玉米淀粉时,絮凝同样的洗涤剂所需絮凝剂的量最少, Q_e 值均为7.33。

由表4、5可知,絮凝通用洗衣粉和强力洗衣粉的 Q_e 值均在1以下。与洗衣粉的絮凝相比,絮凝乳

化剂需要较多的絮凝剂,因为乳化剂为非离子型表面活性剂,絮凝时主要靠絮凝剂织出密集的网络,把乳化剂包裹起来,然后一起沉淀,而絮凝阴离子表面活性剂主要靠库仑力,所以与絮凝阴离子型表面活性剂相比,絮凝非离子型表面活性剂需要更多的絮凝剂。这是因为淀粉是由葡萄糖组成的高聚糖,主要成分是支链淀粉^[8]。支链淀粉是一个多分枝链结构的分子,相对分子质量较大,如此庞大的分枝链结构,形成密集的网络结构,增强网捕凝聚作用。而且淀粉来源广泛,产量很大,价格低廉。

2.2.5 对混合洗涤剂絮凝效果的影响

分别选用300目活性炭、35目硅藻土、红薯淀粉、土豆淀粉、玉米淀粉、200目煤渣、200目玉米面和不添加微粒对混合洗涤剂絮凝,微粒种类对混合洗涤剂絮凝效果的影响见表8。

表8 微粒种类对混合洗涤剂絮凝效果的影响

微粒种类	透光率/ %	浊度/ NTU	电导率/ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	表面张力/ ($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$)	Q_c 值
无	94.3	8.77	2.91	30.9	0.63
300目活性炭	97.3	8.27	2.63	32.2	0.59
35目硅藻土	96.8	8.59	2.78	31.3	0.57
红薯淀粉	97.4	5.06	2.72	30.9	0.60
土豆淀粉	98.1	3.60	2.72	29.5	0.60
玉米淀粉	97.3	8.13	2.64	31.6	0.60
200目煤渣	96.8	8.59	2.78	31.3	0.58
200目玉米面	95.5	4.79	2.79	30.7	0.61

由表8可知,无论是否使用微粒对于混合洗涤剂溶液的絮凝效果均影响不大, Q_c 值有较小程度减少。说明对于混合洗涤剂的絮凝,添加微粒后絮凝同样的洗涤剂都能减少絮凝剂的用量。

综上所述,对于通用洗衣粉及强力洗衣粉溶液的絮凝,使用300目活性炭微粒处理后的絮凝效果最好,且絮凝同样的洗涤剂所需絮凝剂用量较少,其次为35目硅藻土。各种微粒对皂化液溶液的絮凝

效果均较好,且絮凝同样的洗涤剂所需絮凝剂用量很少。对于乳化剂溶液的絮凝,加入红薯淀粉或玉米淀粉微粒后的絮凝效果较好,同时能达到絮凝同样的洗涤剂能减少絮凝剂的用量。对于混合洗涤剂溶液的絮凝,各种微粒对其絮凝效果的影响不大,絮凝同样的洗涤剂均能减少絮凝剂的用量。

3 结 论

①对于离子型洗涤剂(通用洗衣粉、强力洗衣粉)的絮凝,300目活性炭微粒的助凝效果最好,其次是硅藻土。

②对于非离子型洗涤剂(乳化剂)的絮凝,淀粉微粒的助凝效果较好。

③微粒作为助凝剂有利于洗涤剂及其混合物的絮凝,在保证出水水质的前提下,絮凝同样的洗涤剂能减少絮凝剂的用量。

参考文献:

- [1] 唐丽. 混凝法在印染废水处理中的应用及研究进展[J]. 四川理工学院学报(自然科学版) 2007(1): 79-81.
- [2] 解帅帅. 洗涤剂的絮凝及应用: 洗涤废水的回用技术研究[D]. 北京: 北京服装学院 2013.
- [3] 范延臻, 王宝贞. 活性炭表面化学[J]. 煤炭转化, 2000 23(4): 26-29.
- [4] SUBRIYER Nasir, TEGUH Budi, IdhaSilviaty. Laundry wastewater treatment process using silica, activated carbon and ceramic filter[J]. International Journal of Academic Research 2012 4(2): 85-89.
- [5] TAMON H, OKAZAKI M. Application of modified synthetic carbon for adsorption of trihalomethanes from water[J]. Desalination, 1997 34(6): 745-746.
- [6] 袁鹏, 吴大清, 翁维正, 等. 硅藻土表面酸位及其来源探讨[J]. 矿物学报 2001(9): 431-432.
- [7] 黄强, 罗发兴, 杨连生. 淀粉颗粒结构的研究进展[J]. 高分子材料科学与工程 2004 20(5): 19-23.