

Научная статья

УДК 677.01:54-1+391-037 (575)=161.1

doi 10.34216/2587-6147-2022-1-55-29-34

Заррина Акрам Яминзода (Яминова)

Технологический университет Таджикистана, г. Душанбе, Таджикистан

zyaminova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4398-8103>

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРАШЕНИЯ И ПРОМЫВКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье изучены важнейшие свойства поверхностно-активных веществ (ПАВ): пенообразующая и смачивающая способности, устойчивость в высокощелочной среде, поверхностная активность. Спектрофотометрическим методом показано интенсифицирующее действие экологически безопасных поверхностно-активных веществ Глюкопона 2015 и Карбоксипав на процесс колорирования натуральных текстильных материалов дихлортриазиновыми, винилсульфоновыми и бифункциональными красителями. Оценено влияние поверхностно-активных веществ различного строения на состояние активного красителя в растворе и технические результаты колорирования целлюлозных и хлопкошелковых тканей. Выявлен синергический эффект солюбилизующего действия ПАВ: неионогенных алкилполиглицозидов (Глюкопона 215) и анионных карбоксилатов (Карбоксипав) на активные красители.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, активные красители, белизна ткани, шелковая ткань, хлопковая ткань, пенообразующие способности, крашение, промывка ткани

Для цитирования: Яминзода (Яминова) З. А. Изучение свойств поверхностно-активных веществ, определяющих эффективность крашения и промывки текстильных материалов // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 29–34. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-1-55-29-34>.

Original article

Zarrina A. Yaminzoda (Yaminova)

Technological University of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

STUDY OF THE PROPERTIES OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES DETERMINING THE EFFICIENCY OF DYING AND RINSING OF TEXTILE MATERIALS

Abstract. The article studies the most important properties of surfactants – foaming and wetting ability, stability in a highly alkaline environment, surface activity. Spectrophotometric method showed the intensifying effect of environmentally friendly surfactants Glucopon 2015 and Carboxypav on the process of colouring natural textile materials with dichlorotriazine, vinyl sulfone and bifunctional dyes. The effect of surfactants of various structures on the state of the active dye in solution and the technical results of colouring cellulose and cotton silk fabrics has been evaluated. A synergistic effect of the solubilising action of surfactants – nonionic alkyl polyglycosides (Glucopon 215) and anionic carboxylates (Carboxypav) on active dyes was revealed.

Keywords: surfactants, reactive dyes, fabric whiteness, silk fabric, cotton fabric, foaming properties, dyeing, fabric washing

For citation: Yaminzoda (Yaminova) Z. A. Study of the properties of surface-active substances determining the efficiency of dyeing and rinsing of textile materials. Technologies & Quality. 2022. No 1(55). P. 29–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-1-55-29-34>.

В области химии поверхностных явлений и ПАВ опубликовано значительное количество работ, в которых моющее действие ПАВ пытаются связывать с менее сложными физическими факторами, влияние которых можно установить непосредственно. Так, например, Э. Д. Бурцик [1],

исследуя скорость понижения поверхностного натяжения в растворах ПАВ, нашел, что некоторые факторы, способствующие ее повышению, одновременно усиливают моющую способность растворов. Однако в работе Ф. Баумгартнера [2] в результате тщательного исследования изо-алкилсульфонатов установлено отсутствие простой зависимости между их мою-

© Яминзода (Яминова) З. А., 2022

щим действием, с одной стороны, и поверхностным натяжением и смачиваемой способностью, с другой. Низкое поверхностное натяжение не гарантирует высокого моющего действия ПАВ, хотя растворы эффективных моющих средств и препаратов, имеющих типичную структуру ПАВ, как правило, обладают низким поверхностным и межфазным натяжением. Большое количество работ посвящено исследованию взаимосвязи между действием раствора и процессами мицеллообразования [3].

Обоснован ряд эмпирических зависимостей между моющим действием и критической концентрацией мицеллообразования (ККМ) ПАВ [4]. Важный вклад в теорию моющего действия сделал В. Клинг, опубликовавший серию работ по изучению влияния каждой переменной, играющей ту или иную роль в моющем процессе [5]. Теория моющего действия была развита в работах Ребиндера [6].

Поверхностно-активные вещества обычно используются в процессах крашения текстиля. Их использование улучшает качество окончательного окрашивания. Взаимодействия между красителями и поверхностно-активными веществами в водных растворах изучены во многих работах [7–14]. Однако для каждого класса красителей необходимо определять наиболее эффективные интенсифицирующие процессы крашения ПАВ.

Несмотря на наличие многочисленных работ по изучению влияния физико-химических свойств растворов ПАВ до сих пор нет всеобъемлющей теории моющего действия, комплексно объясняющей процесс промывки. Это является следствием того, что проблема моющего действия представляет собой по ряду причин как в практическом, так и в теоретическом отношении особенно сложную область исследования.

Промывка тканей – один из самых распространенных и энергоемких процессов отделочного производства в технологии текстильной промышленности. Одним из перспективных способов повышения эффективности процесса промывки является интенсификация промывки с помощью применения новых ПАВ. Положительный эффект этого воздействия обусловлен, главным образом, снижением диффузионного сопротивления переносу загрязненных частиц или частиц красителя из ткани в промывной раствор. Практическая же реализация этого способа интенсификации процесса промывки связана с необходимостью экспериментального исследования свойств ПАВ и композиций на их основе с целью разработки высокоэффективного экологически безопасного моющего препара-

та и определения концентрационно-временных параметров его применения [15].

Для процессов колорирования целлюлозных и шелковых текстильных материалов активными красителями предложены разнообразные способы интенсификации [16] от физических до сложных химических с использованием органических растворителей [17].

Малозатратным и экологичным способом интенсификации процесса крашения является применение новых поверхностно-активных веществ, способных ускорять процесс смачивания тканей и одновременно повышать растворимость красящих веществ.

В качестве объектов исследования в работе использованы новые поверхностно-активные вещества, предоставленные ООО «Завод синтанолов» (г. Дзержинск, РФ), которые относятся к экологически безопасным оксиэтилированным жирным спиртам (Синтанол АЛМ-7, Синтанол АЛМ-10), синтезированный в лаборатории ООО «ТОС» (г. Долгопрудный) Синтанол-8 и «зеленые» алкилполигликозиды импортного производства (фирма «COGNIS»), полученные ацелированием кукурузного сиропа глюкозы (Глюкопон 215), и карбоксипав производства ОАО «НИИ ПАВ» (г. Волгодонск, Ростовская обл.). Для сравнения взяты традиционно применяемые поверхностно-активные вещества анионного и неионогенного типа. Проведена оценка свойств ПАВ, таких как устойчивость в щелочном растворе, смачивающая и пенообразующая способность, а также устойчивость пены. Концентрация ПАВ в исследуемых растворах при определении первых двух показателей составляла 1 г/л, пенообразующую способность определяли, используя растворы поверхностно-активных веществ концентрацией 5 г/л.

Пенообразующая способность ПАВ, применяемых в крашении и промывке текстильных материалов, должна быть минимально возможной, так как непрерывные технологии обработки проводят на поточных линиях с высокой скоростью, а в случае использования периодического оборудования – машин эжекторного типа, высокое пенообразование также является негативным фактором, отрицательно влияющим на качество выпускаемых тканей.

Исследование пенообразующей способности ряда ПАВ показало, что наименьшим пенообразованием характеризуются поверхностно-активные вещества, являющиеся производными оксиэтилированных жирных спиртов – Синтанолы (табл. 1). Низкую пенообразующую способность показал импортный препарат для промывки Wash matic, минимальной устойчиво-

стью пены характеризуется анионное ПАВ – Карбоксипав.

Крашение целлюлозных тканей активными красителями ведется в присутствии щелочного реагента, который в зависимости от красящего вещества выполняет различные функции, в то же время в промывные композиции в некоторых случаях добавляют щелочь или соду. Выполнено исследование поведения поверхностно-активных веществ в щелочных растворах следующих концентраций 50, 75, 100, 150 и 200 г/л. Устойчивость поверхностно-активных веществ в таких растворах определяли по изменению цвета и консистенции раствора.

Показано (см. табл. 1), что производные оксиэтилированных жирных спиртов (Синтанолы) устойчивы в растворе, содержащем до 50 г/л щелочи.

Производные оксиэтилированных алкилфенолов с винилбутиловым окончанием (Феноксол БВ) и алкилполиглицозиды (Глюкопон

215, 225) обладают наибольшей устойчивостью и не разлагаются при концентрации гидроксида натрия 150...200 г/л.

Смачивание текстильного материала играет значимую роль в процессах промывки и крашения тканей. Основной задачей смачивателя является увеличение скорости пропитки ткани красящим раствором или другими препаратами. Судя по полученным данным (см. табл. 1) максимальную смачивающую способность проявили Феноксол БВ и Глюкопона 215 и 225.

Рассматривая процессы промывки текстильных материалов на любой стадии отделочного производства, необходимо знать моющую способность применяемого препарата. Высокую моющую способность (табл. 2) показали Карбоксипав, Wash matic, Синтанол АЛМ-7 и Синтанол-8. Оптимальное моющее действие на ткани наблюдается у производных оксиэтилированных спиртов при степени оксиэтилирования, равной 7.

Таблица 1

Оценка общих свойств ПАВ

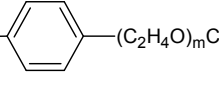
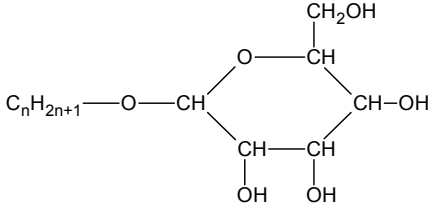
Наименование ПАВ	Устойчивость в растворе щелочи NaOH, г/л ($C_{ПАВ} = 5$ г/л)	Пенообразование, см ³	Устойчивость пены, %	Смачивающая способность, с
Синтанол АЛМ-7	До 50	160	25	2,0
Синтанол -8		172	26	2,0
Синтанол ДС-10		158	38	2,5
Синтанол АЛМ-10		180	27	2,5
Неонол АФ 9/10		330	20	2,5
Сульфанола		250	60	2,5
Смачиватель НП		200	45	2,5
Препарат Wash matic	До 75	120	39	2,5
Карбоксипав	До 75	200	18	2,5
Сульфосид 61	До 100	200	56	4,0
Феноксол БВ	До 150	190	33	1,5
Глюкопон 215	До 200	370	60	1,5
Глюкопон 225	До 200	350	62	1,5

Таблица 2

Влияние природы ПАВ на моющую способность

Наименование ПАВ	Структурная формула	Моющая способность ПАВ, %
Синтанол АЛМ-7	Производное оксиэтилированных жирных спиртов со степенью оксиэтилирования 7 $C_nH_{(2n+1)}O(C_2H_4O)_m$, $n = 10...13$, $m = 7$	25
Синтанол-8	Производное оксиэтилированных жирных спиртов со степенью оксиэтилирования 8	23
Синтанол АЛМ-10	Производное оксиэтилированных жирных спиртов со степенью оксиэтилирования 10 $C_nH_{(2n+1)}O(C_2H_4O)_m$, $n = 10...13$, $m = 10$	20,1
Неонол АФ 9/10	C_nH_{2n+1}  $O(C_2H_4O)_m-H$ $n = 9$ $m = 10$	19,2
Сульфанола	$C_nH_{2n+1}-C_6H_4-SO_2ONa$ $n = 12...18$	22,0
Смачиватель НП	Анионоактивная композиция	22,0
Сульфосид 61	Композиция из анионоактивного и неионогенного ПАВ и пеногасителя	22,1

Окончание табл. 2

Наименование ПАВ	Структурная формула	Моющая способность ПАВ, %
Препарат Wash matic	Смесь ПАВ	22,1
Карбоксипав	$C_7H_{14}-C_6H_4O-(C_2H_4)_6-CH_2COOH$	22,8
Феноксол БВ	C_nH_{2n+1}  $(C_2H_4O)_mC_2H_4OC_4H_9$ n = 9 m = 10	21,8
Глюкопон 215	$C_nH_{2n+1}-O-CH$  $CH-OH$ OH OH	20,3

На следующем этапе исследования определили количество поверхностно-активного вещества, сорбированного текстильным материалом и приходящегося на единицу массы волокнообразующего полимера (рис.). Этот показатель важен для характеристики скорости смачивания текстильных материалов.

Исследуемые ПАВ можно условно разбить на 3 группы по адсорбционной способности по отношению к целлюлозным волокнам. Первая группа – оксиэтилированные жирные спирты (Синтанолы), которые обладают высокой способностью сорбироваться целлюлозными волокнами. Во вторую группу входят препараты, в меньшей степени адсорбирующиеся на волокнистом субстрате (Сульфосид, Карбоксипав, препарат Washmatic), третья группа, включающая Смачиватель НП, Глюкопон 215, Суль-

фанол и Неонол АФ 9/10, обладает минимальной адсорбционной способностью.

Максимальное количество поверхностно-активного вещества, сорбированного текстильным материалом, составляет около 9,5 г/кг волокна для оксиэтилированного жирного спирта со степенью оксиэтилирования, равной 8.

ВЫВОДЫ: В статье изучены важнейшие свойства ПАВ, определяющие эффективность процесса промывки и колорирования текстильных материалов: пенообразующая, моющая и смачивающая способности, устойчивость в высокощелочной среде. Установлено, что высокой смачивающей способностью по отношению к целлюлозным текстильным материалам обладают алкилполигликозиды и оксиэтилированные жирные спирты со степенью оксиэтилирования 7–8.

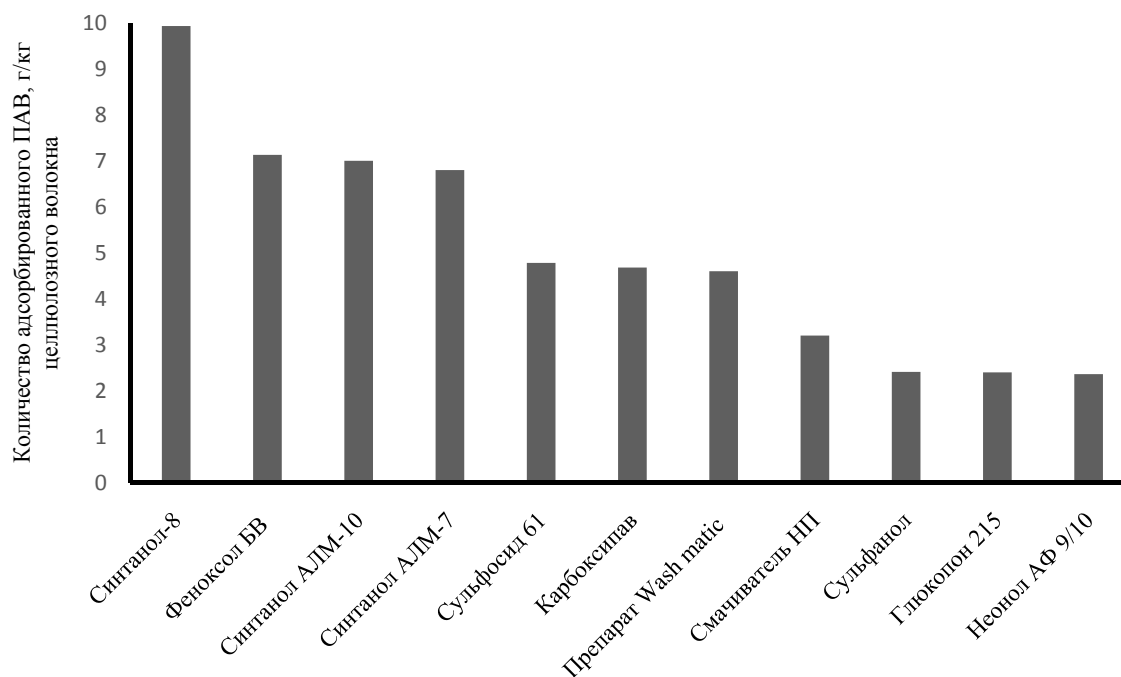


Рис. Влияние природы ПАВ на адсорбционную способность целлюлозных волокон

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Burcik E. J. Effect of electrolytes on the rate of surface tension lowering; the rate of surface equilibrium attainment as a factor in detergency // *Journal of Colloid Science*. 1953. Vol. 8, is. 5. P. 520–528.
2. Baumgartner F. N. Relation of Molecular Structure to Detergency of Some Alkylbenzene Sulfonates // *Industrial and Engineering chemistry*. 1954. Vol. 46, is. 6. P. 1349–1352.
3. Липина А. А., Авакова Е. О., Одинцова О. И. Разработка репеллентной отделки целлюлозосодержащих тканей // *Текстильная химия: традиции и новации : материалы конф. Иваново, 2017*. С. 51.
4. Kling W. Zur Kenntnis des Waschvorganges VII / Uber den Zustand von Waschmitteln in wasserigen Lösungen und seine Bedeutung für die Waschwirkung. *Melliand Textilberichte*. 1949. Vol. 30. С. 412–419.
5. Kling W. Der Waschvorgang als Umnetzung // *Kolloid Zeitschrift*. 1949. Vol. 115, No 1-3. P. 37–44.
6. Малкин А. И. Закономерности и механизмы эффекта Ребиндера (Обзор) // *Коллоидный журнал*. 2012. Т. 74, № 2. С. 239–256.
7. Simončič B., Kert M., Influence of Chemical Structure of Dyes and Surfactants on Their Interactions in Binary and Ternary Mixture // *Dyes and Pigments*. 2008, Vol. 76, is. 1. P. 104–112.
8. Yang J. Interaction of Surfactants and Aminoindophenol dye // *Journal Colloid and Interface Science*. 2004, Vol. 274, is. 1. P. 237–243.
9. Kartal C., Akbaş H., Study on the Interaction of Anionic Dye – Non-ionic Surfactants in the Mixture of Anionic and Non-ionic Surfactants by Absorption Spectroscopy // *Dyes and Pigments*. 2005, Vol. 65, is. 3. P. 191–193.
10. Paul R., Solans C., Erra P., Study of the Natural Dye Solubilisation in O/W Microemulsion and its Dyeing Behaviour // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects*. 2005. Vol. 253, is. 1-3. P. 175–181.
11. Oakes J., Gratton P. Solubilisation of Dyes by Surfactant Micelles. Part 1: Molecular Interactions of Azo Dyes with Non-ionic and Anionic Surfactants // *Coloration Technology*. 2006. Vol. 119, is. 2. P. 91–99.
12. Oakes J., Gratton P., Dixon S. Solubilisation of Dyes by Surfactant Micelles. Part 3: A Spectroscopic Study of Azo Dyes in Surfactant Solutions // *Coloration Technology*. 2003. Vol. 119, is. 5, P. 301–306.
13. Houshyar S., Amirshahi S. H. Treatment of cotton with chitosan and its effect on dyeability with reactive dyes // *Iranian Polymer Journal*. 2002. Vol. 11, No 5. P. 295–301.
14. Применение производных алкиламинов в процессах закрепления окрасок текстильных материалов, колорированных активными красителями / М. Н. Кротова, Е. Ю. Куваева, О. И. Одинцова, Б. Н. Мельников // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. 2006. № 6. С. 68–70.
15. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание крашение текстильной продукции): новые проблемы или новые возможности / О. И. Одинцова, О. В. Козлова, А. В. Чешкова, О. В. Гревцов // *Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях промышленности : сборник статей 7*. М., 2017. С. 126–135.
16. Мельников Б. Н., Морыганов П. В. Теория и практика интенсификации процессов крашения. М. : Легкая индустрия, 1969. 271 с.
17. Нестеров Л. А., Скалзубова Н. С., Сарибеков Г. С. Влияние органических соединений на диффузионносорбционные свойства галогенпиримидиновых активных красителей // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. Т. 4. № 6(58). С. 32–34.

REFERENCES

1. Burcik E. J. Effect of electrolytes on the rate of surface tension lowering; the rate of surface equilibrium attainment as a factor in detergency. *Journal of Colloid Science*. 1953;8,5:520–528.
2. Baumgartner F. N. Relation of Molecular Structure to Detergency of Some Alkylbenzene Sulfonates. *Industrial and Engineering chemistry*. 1954;46,6:1349–1352.
3. Lipina A. A., Avakova E. O., Odintsova O. I. Development of repellent finishing of cellulose-containing fabrics. *Textile chemistry: traditions and innovations*. 2017:51. (In Russ.)
4. Kling W. Zur Kenntnis des Waschvorganges VII/Über den Zustand von Waschmitteln in wasserigen Lösungen und seine Bedeutung für die Waschwirkung. *Melliand Textilberichte*. 1949;30:412–419.
5. Kling W. Der Waschvorgang als Umnetzung. *Kolloid Zeitschrift*. 1949;115,1-3:37–44.
6. Malkin A. I. Regularities and mechanisms of the Rebinder effect (Review). *Colloid Journal*. 2012;74,2:239–256.

7. Simončič B., Kert M., Influence of Chemical Structure of Dyes and Surfactants on Their Interactions in Binary and Ternary Mixture. *Dyes and Pigments*. 2008;76,1:104–112.
8. Yang J. Interaction of Surfactants and Aminoindophenol dye. *Journal Colloid and Interface Science*. 2004;274,1:237–243.
9. Kartal C., Akbaş H., Study on the Interaction of Anionic Dye – Non-ionic Surfactants in the Mixture of Anionic and Non-ionic Surfactants by Absorption Spectroscopy. *Dyes and Pigments*. 2005;65,3:191–193.
10. Paul R., Solans C., Erra P., Study of the Natural Dye Solubilisation in O/W Microemulsion and its Dyeing Behaviour. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects*. 2005;253,1-3:175–181.
11. Oakes J., Gratton P. Solubilisation of Dyes by Surfactant Micelles. Part 1: Molecular Interactions of Azo Dyes with Non-ionic and Anionic Surfactants. *Coloration Technology*. 2006;119,2:91–99.
12. Oakes J., Gratton P., Dixon S. Solubilisation of Dyes by Surfactant Micelles. Part 3: A Spectroscopic Study of Azo Dyes in Surfactant Solutions. *Coloration Technology*. 2003;119,5:301–306.
13. Houshyar S., Amirshahi S. H. Treatment of cotton with chitosan and its effect on dyeability with reactive dyes. *Iranian Polymer Journal*. 2002;11,5:295–301.
14. Krotova M. N., Kuvaeva E. Yu., Odintsova O. I., Melnikov B. N. The use of alkylamine derivatives in the processes of fixing the colors of textile materials colored with active dyes. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2006;6:68–70. (In Russ.)
15. Odintsova O. I., Kozlova O. V., Cheshkova A. V., Grevtsov O. V. Information and technical handbook on the best available technologies “Manufacture of textiles (washing, bleaching, mercerization, dyeing of textile fibers, bleaching, dyeing of textile products)”: new problems or new opportunities. The best available technologies. Application in various industries. Collection of articles 7. Moscow, 2017:126–135. (In Russ.)
16. Melnikov B. N., Moryganov P. V. Theory and practice of intensification of dyeing processes. Moscow, Light industry Publ., 1969. 271 p. (In Russ.)
17. Nesterov L. A., Skalozubova N. S., Saribekov G. S. Influence of organic compounds on diffusion-sorption properties of halopyrimidine active dyes. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*. 2012;4,6(58):32–34. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 15.11.2021
Принята к публикации 22.02.2022