

В. Г. БОЧАРОВ

МЕТОД ОЦЕНКИ ОТБЕЛИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФЛУОРЕСЦИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

В работе описана установка, позволяющая с точностью до 2% сравнивать эффективность действия различных флуоресцирующих отбеливающих веществ. На семи различных веществах исследован механизм действия и обсужден вопрос влияния концентрации на их отбеливающую способность.

В настоящее время флуоресцирующие отбеливающие вещества находят все более широкое применение в бумажной, полиграфической и текстильной промышленности. Поэтому возникла острая необходимость иметь точный метод оценки для этих препаратов производимого ими отбеливающего эффекта. Эта необходимость особенно сильно чувствуется при сравнении отбеливателей различного типа друг с другом. В настоящее время оценки такого рода производятся визуально, однако их точность неудовлетворительна, так как погрешность превышает 15%.

В ряде работ сделана попытка сравнивать действие различных флуоресцирующих отбеливателей с помощью флуориметра, в котором ультрафиолетовый свет падает на образец, а с образца направляется на фотоэлемент [1]. Такие измерения полезны лишь при сравнении образцов, окрашенных одним и тем же веществом, однако этим способом сравнивать различные отбеливатели друг с другом невозможно. В самом деле, при таком способе измерений лучшим было бы признавать вещество, у которого максимум поглощения совпадал бы с длиной волны возбуждающего света, а максимум полосы флуоресценции совпадал бы с максимумом чувствительности прибора. В других работах [2] имеется детальное обсуждение проблемы, однако отсутствует описание надежного метода оценки эффективности действия флуоресцирующих отбеливателей.

Разработке такого метода и посвящена настоящая работа.

При визуальной оценке материала, обработанного флуоресцирующим отбеливателем, в глаз попадает как свет, отраженный от материала, так и свет флуоресценции нанесенного на него отбеливающего вещества. При измерении спектров отражения обычно сравниваются интенсивности монохроматических потоков падающего и отраженного от образца света. Так как нас интересует отражение обработанным

образом видимого света, а спектры поглощения отбеливающих веществ расположены в ультрафиолетовой области, при измерении отражения обычным методом флуоресценция нанесенного на образец отбеливателя не будет возбуждаться. Следовательно, такой способ измерений в данном случае не применим.

Схема нашей установки такова: свет источника падает на отбеленный образец под углом 45° . Поскольку важно знать эффективность отбеливающих веществ при дневном освещении, в качестве источника была использована лампа дневного света СД-2. Образец установлен перпендикулярно входной щели спектрографа ИСП-51. Свет флуоресценции вещества, нанесенного на образец, и свет, отраженный образцом, направлялся в спектрограф, на выходе которого был помещен фотоумножитель ФЭУ-18. Запись производилась фотоэлектрической приставкой ФЭП-1. В качестве эталона белизны была использована пластинка с напыленной окисью магния. Измерения проводились в области $400\text{--}550\text{ мкм}$ с интервалом 7 мкм . В каждой длине волны сравнивалась интенсивность светового потока, попадающего в прибор, от обработанного образца с интенсивностью света, отраженного от эталона белизны.

В качестве отбеливателей были использованы Na — соли различных сульфокислот (I—VII):

- I. 4,4'-ди (ω -фенилуридо)-стильбен-2,2'-дисульфокислота.
- II. 4,4'-ди {[2,4-ди (β -оксиэтиламино)-s-триазин]-6-амино}-стильбен-2,2'-дисульфокислота.
- III. 4,4'-ди {[2-(*n*-сульфофениламино)-4-(β -оксиэтиламино)-триазин]-6-амино}-стильбен-2,2'-дисульфокислота.
- IV. 4,4'-ди {[2-(0-хлорфениламино)-4-(β -оксиэтиламино)-s-триазин]-6-амино}-стильбен-2,2'-дисульфокислота.
- V. 2-[4'-(6-метил-5-сульфо-2-тиазолил)-фенил]-нафто-1'2': 4,5-триазол-6'-сульфокислота.
- VI. 4-(6-сульфонафто-1,2: 4,5'-триазолил-2)-стильбен-2-сульфокислота.
- VII. 4,4'-ди[2-(6'-сульфонафто-1', 2': 4,5-триазолил)-стильбен-2,2'-дисульфокислота.

Исследуемые образцы приготовлены следующим образом: хлопчатобумажная ткань размером $10 \times 30\text{ см}^2$ в течение двадцати минут красилась в водном растворе отбеливающего вещества с концентрацией $C = 1 \cdot 10^{-4}\text{ г/см}^3$ в объеме $V = 150\text{ см}^3$.

При измерении обработанный образец складывался в 8 слоев. Для каждого отбеливающего вещества делалось 6 параллельных опытов. Проверка показала, что погрешность измерений не превышает 2%. Ошибка опыта существенно зависит от постановки эксперимента: так как переплетение нитей в ткани образует определенную анизотропную структуру отражающей поверхности, для получения точных результатов следует обращать внимание на единообразную установку сравниваемых образцов.

Результаты проведенных измерений представлены на рис. 1. За 100% принято отражение от эталона белизны. Кривая 1 показывает для каждого исследованного вещества спектральное распределение относительной интенсивности света, попадающего в прибор, от необработанной ткани при освещении ее лампой дневного света, кривая 2 — от ткани, обработанной флуоресцирующим отбеливателем. Сравнение с эталоном белизны кривой отражения необработанной ткани показывает, что последняя идет ниже и несколько поднимается в длинноволновой области. Это означает, что необработанная ткань темнее окиси магния и имеет желтый оттенок.

Различные методы улучшения белизны ткани поднимают вторую кривую и уменьшают ее наклон. Из рисунка видно, что при отбеливании флуоресцирующими веществами на кривую отражения ткани налагается спектральная кривая флуоресценции соответствующего отбеливателя, поднимая ее к кривой отражения эталона и деформируя ее форму. Исследование спектров флуоресценции использованных в работе соединений показало, что при смещении максимума полосы флуоресценции в сторону длинных волн те же отклонения наблюдаются и в

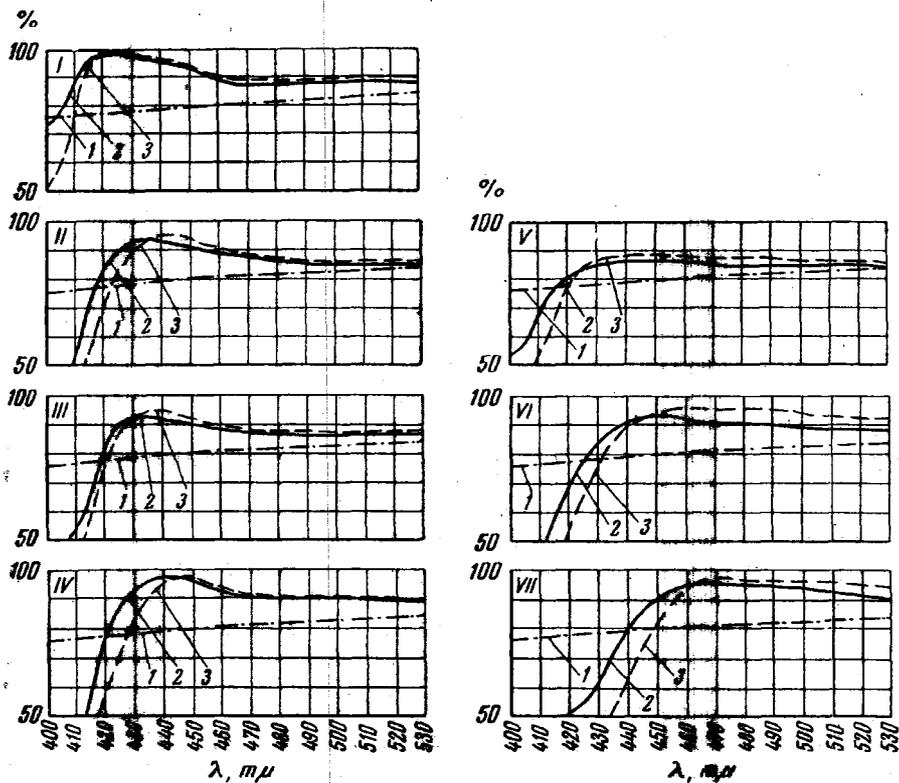


Рис. 1

спектре отражения обработанных образцов. В коротковолновой области спектра наблюдается резкий спад кривой 2, обусловленный наложением на спектр отражения неокрашенной ткани спектра поглощения, нанесенного на образец отбеливающего вещества. По форме кривой 2 можно судить об отбеливающей способности и об оттенке исследуемого образца. Отражение от ткани, обработанной идеальным отбеливающим веществом, должно совпадать в видимой области спектра с отражением света эталоном белизны. Следовательно, лучшими отбеливающими свойствами обладают вещества, у которых коротковолновый спад кривой 2 расположен в области < 400 мк, где чувствительность человеческого глаза невелика, имеющие большую квантовую выход флуоресценции в области 400—450 мк и большой квантовый выход флуоресценции. Из рис. 1 видно, что из семи исследованных соединений лучшими отбеливающими свойствами обладают вещества I и IV. Это совпадает с колористической оценкой исследованных образцов.

Чтобы выяснить влияние концентрации флуоресцирующих веществ

на их отбеливающую способность, подобные измерения были проведены на образцах ткани, окрашенных в более концентрированном растворе отбеливателя ($C=6 \cdot 10^{-4}$ г/см³). Из рисунка видно, что при увеличении концентрации отбеливателя (кривые 3) увеличивается коротковолновый спад спектра отражения. Это связано с уменьшением коэффициента отражения при увеличении количества красителя на ткани [3].

Поскольку исследованные в работе вещества бесцветны и имеют полосу поглощения в ультрафиолетовой области [4], указанные выше концентрационные эффекты, связанные с поглощением отбеливающих веществ, разыгрываются в области <400 мкм, лишь частично накладываясь на ближнюю видимую область спектра. При больших концентрациях это приводит к нежелательным оттенкам образцов, обработанных флуоресцирующими веществами. Так как при увеличении концентрации интенсивность флуоресценции возрастает по логарифмическому закону [5] и в то же время увеличивается коротковолновый спад кривой 3, для получения лучшего отбеливающего эффекта при работе с каждым флуоресцирующим белителем следует выбирать оптимальную концентрацию.

Таким образом, описанный метод позволяет проводить точную количественную оценку отбеливающей способности флуоресцирующих белителей как при сравнении вновь наработанных партий с типовыми, так и химически различных веществ. Результаты данной работы показывают, что наилучшими отбеливающими свойствами обладают вещества с полосой флуоресценции в области 400—460 мкм, с большим квантовым выходом флуоресценции и слабым перекрытием полос поглощения и флуоресценции.

Автор благодарен за помощь в работе Н. Я. Запорожец, А. Ф. Пенкиной и выражает глубокую признательность кандидату физ.-мат. наук Л. В. Лёвшину за интерес к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Landolt A. Amer. Dyestuff Rep., 38, 353—356, 1949; Pinte C., Rochas. Bull. inst. textile France, 27, 25—45, 28, 39—51, 29, 9—24, 1951; Sherburne O. L., Beiswanger I. P. Amer. Dyestuff Rep., 41, 144—148, 1952.
2. Allen E. Amer. Dyestuff Rep., 12 425, 1957; Allen E. J. Opt. Soc., 47, 10, 933—943, 1957; Jorder H. Melliand Textilber, 10, 98—104, 1959.
3. Бочаров В. Г., Запорожец Н. Я. «Текстильная промышленность», X, 1963.
4. Бочаров В. Г., Пенкина А. Ф. «Заводская лаборатория», 12, 1454, 1962.
5. Ferre D. Ingeneria Textil., 22, 114, 231—237, 1955.

Поступила в редакцию
13. 9 1963 г.

Кафедра
оптики