

УДК 617.842.314+541.183

**К РАСЧЕТУ РАСХОДА КРАСИТЕЛЯ  
НА ЛИНИИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ***Б. П. БИРГЕР, А. Б. ЛИВАДОНОВА, А. А. КОЛОКОЛЕНКИНА**(Ивановская государственная химико-технологическая академия)*

Масса  $m$  красителя, поглощенного тканью на стадии пропитки, зависит от многих факторов, что затрудняет вывод точной формулы для расхода красителя на линии непрерывного действия. Под  $m$  подразумевается количество красителя в ткани [1], а его величина определяется путем растворения образцов ткани и колориметрирования полученных растворов. Для ориентировочной оценки  $m$  служит уравнение

$$m = CM(1 + \gamma)/\rho, \quad (1)$$

где  $M$  — масса раствора в пропитанной ткани;

$\rho$  — плотность раствора;

$C$  — концентрация красителя в ванне;

$\gamma$  — поправка, учитывающая вклад сорбционно-диффузионных факторов.

До настоящего времени отсутствует представление о возможной

величине поправки  $\gamma$  и ее зависимости от условий пропитки и индивидуальных свойств красителя и ткани.

Поставленные задачи решались нами применительно к пропитке хлопчатобумажных тканей растворами прямых красителей. Из (1)

$$\gamma = (m\rho/CPM_0) - 1, \quad (2)$$

где  $M_0$  — масса ткани до пропитки;

$P = M/M_0$  — степень отжима.

Входящие в это уравнение величины доступны экспериментальному определению, что позволяет получить эмпирические зависимости  $\gamma$  от температуры  $T$ , времени пропитки  $\tau$ , а также от  $P$ ,  $C$  и концентрации поваренной соли  $C^{\text{эл}}$ . Влияние на  $\gamma$  каждого из указанных факторов изучалось при постоянстве остальных величин. Результаты исследования для прямых красителей оранжевого, синего С, «Сатурна фиолетового» и тканей сатин и ситец приведены на рис. 1...3.

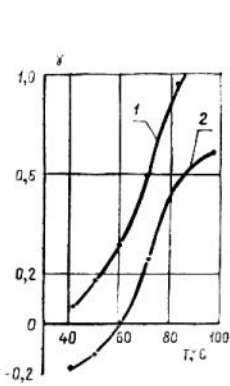


Рис. 1.

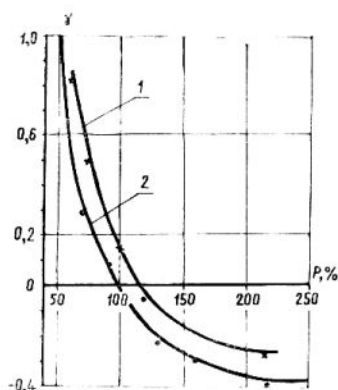


Рис. 2.

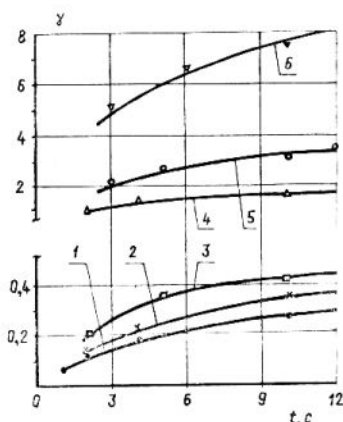


Рис. 3.

На рис. 1 показана зависимость  $\gamma$  от температуры при пропитке сатина раствором красителя прямого оранжевого ( $C = C^{\text{эл}} = 10$  г/л): 1 —  $\tau = 15$  с,  $P = 82\%$ ; 2 —  $\tau = 2$  с,  $P = 87\%$ . Рис. 2 характеризует зависимость  $\gamma$  от степени отжима для этого же раствора и ткани при температуре  $60^\circ\text{C}$  и времени пропитки соответственно: 1 —  $\tau = 8$  с, 2 —  $\tau = 4$  с. На рис. 3 изображены кривые для тканей ситец (2, 3, 4) и сатин (1, 5, 6) при температуре  $80^\circ\text{C}$  для прямых красителей: 1 — оранжевый,  $P = 73\%$ ,  $C = 10$  г/л,  $C^{\text{эл}} = 10$  г/л; 2 — фиолетовый,  $P = 80\%$ ,  $C = 5$  г/л,  $C^{\text{эл}} = 10$  г/л; 3 — фиолетовый,  $P = 80\%$ ,  $C = 5$  г/л,  $C^{\text{эл}} = 5$  г/л; 4 — фиолетовый,  $P = 78\%$ ,  $C = 1$  г/л,  $C^{\text{эл}} = 5$  г/л; 5 — синий,  $P = 90\%$ ,  $C = 1$  г/л,  $C^{\text{эл}} = 1$  г/л; 6 — синий,  $P = 90\%$ ,  $C = 0,2$  г/л,  $C^{\text{эл}} = 1$  г/л.

Кривые  $\gamma(T)$  и  $\gamma(\tau)$  возрастают, а  $\gamma(P)$  убывает. Величина  $\gamma$  уменьшается также с увеличением  $C$  и  $C^{\text{эл}}$ , что следует из сравнения кривых 2 и 3, 5 и 6 на рис. 3.

Несмотря на различие зависимостей  $\gamma$  от параметров пропитки  $T$ ,  $\tau$ ,  $P$ ,  $C$ , расход  $m$  красителя возрастает при увеличении любого из этих факторов, в чем убеждаемся, сопоставляя полученные кривые с уравнением (1). Поведение кривых объясняется на основе общетеоретических положений [2, 3] при учете, что концентрация внутриволоконного раствора изменяется с течением времени от 0 до величины, превосходящей  $C$ , а концентрация красителя в межволоконных пространствах меньше  $C$ .

Согласно (2) поправка  $\gamma$  определяется разностью между концентрацией красителя в ткани и в красильной ванне. Повышение температуры приводит к увеличению коэффициента диффузии красителя, а увеличение  $\tau$  означает большую продолжительность диффузии. В обоих случаях увеличивается внутриволоконная концентрация, а следовательно, и  $\gamma$ . Наоборот, с увеличением  $P$  возрастает содержание межволоконного раствора, что приводит к уменьшению  $\gamma$ . Очевидно, что малые  $T$  и  $\tau$ , а также большие  $P$  приводят к условию  $\gamma < 0$ .

Следует отметить широкий диапазон значений  $\gamma$ . В рассмотренных примерах  $\gamma$  находится в пределах  $-0,5 \dots 9$ , поэтому нельзя дать единой рекомендации выбора величины  $\gamma$  для всех случаев, как и прогнозировать порядок этой величины без заранее известных сорбционно-диффузионных характеристик красителя. Однако при сравнении экспериментальных значений  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ , относящихся к определенному виду красителя и ткани при разных условиях пропитки, получаем выведенную нами эмпирическую формулу, характеризующую их количественное соотношение:

$$\gamma_1/\gamma_2 = \sqrt{C_2(C_2^{эп} + 0,5C_2)/C_1(C_1^{эп} + 0,5C_1)}, \quad (3)$$

где индексы 1 и 2 относятся к двум разным составам раствора. Результаты проверки (3) приведены в табл. 1, откуда следует, что  $\gamma_1/\gamma_2$ , рассчитанные по формуле (3), удовлетворительно согласуются с экспериментальными значениями.

Поскольку формула (3) пригодна и для прямого синего С, и для «Сатурна фиолетового», коэффициенты диффузии которых отличаются в 18 раз [1], это позволяет предположить ее применимость и для других прямых красителей. С учетом (1) формула (3) дает возможность прогнозировать изменение расхода красителя при изменении состава пропиточной ванны. Если известен расход  $m_1$  красителя при известных концентрациях  $C_1$  и  $C_1^{эп}$ , то из (2) определяется  $\gamma_1$ , а из (3) —  $\gamma_2$  для концентраций  $C_2$  и  $C_2^{эп}$ , затем из (1) по известному  $\gamma_2$  рассчитывается  $m_2$ . Простота оценок делает данный прием доступным даже в производственных условиях.

Таблица 1

$T, ^\circ\text{C}$	$P, \%$	$C_1$	$C_1^{эп}$	$C_2$	$C_2^{эп}$	$\gamma_1/\gamma_2$ согласно (3)	$\tau, \text{с}$	$\gamma_1/\gamma_2$ (экспе- римент)
Краситель прямой «Сатурн фиолетовый», ткань — ситец								
80	80	5	5	5	10	1,30	2	1,43
							5	1,33
							10	1,40
80	80	1	5	5	5	2,61	15	1,26
							5	3,57
							10	2,84
							15	2,65
Краситель прямой синий 2С, ткань — сатин								
80	90	0,2	1	1	1	2,61	3	2,50
							5	2,40
							10	2,53
							12	2,76
Краситель прямой оранжевый, ткань — сатин								
40	88	10	5	10	10	1,22	4	1,05

## ВЫВОДЫ

1. Изучено влияние условий пропитки (температуры, времени, степени отжима, состава пропиточной ванны) на вклад сорбционно-диффузионных процессов в расход красителя при непрерывно-поточном методе крашения.

2. Предложена эмпирическая формула для оценки расхода красителя при данном составе ванны по результатам его расхода с другим составом раствора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биргер Б. Н., Ливадонова А. Б., Колдарева Г. Ю. // Изв. вузов. Химия и химическая технология. — 1995. Т. 38, вып. 4-5. С. 104.
2. Мельников Б. Н. и др. Физико-химические основы процессов отделочного производства. — М., 1982. С. 134..136.
3. Мовшович И. М. Кинетика процессов крашения текстильных материалов. — М., 1979.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов.  
Поступила 18.02.97.

---