

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПЕЧАТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ  
НА ОСНОВЕ ЗАГУСТИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ  
ДЛЯ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ**

**THE RESEARCH ON RHEOLOGICAL INDICATORS  
OF THE PRINTING COMPOSITIONS BASED ON THICKENERS  
OF DIFFERENT NATURE, WHICH ARE OPTIMAL  
FOR SCREEN PRINTING**

*Е.Э. КУЗНЕЦОВА, А.Е. ТРЕТЬЯКОВА, В.В. САФОНОВ  
YE.E. KUZNETSOVA, A.YE.TRETYAKOVA, V.V.SAFONOV*

(Московский государственный университет дизайна и технологий)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: svv@staff.msta.ac.ru

*Исследованы основные реологические свойства печатных композиций с различной природой загустителя: акриловым, поливинилспиртовым и полиуретановым для трафаретной печати на станках карусельного типа. Установлено, что наиболее оптимальными реологическими показателями для такого вида печати обладает печатная краска на базе загустки полиуретановой природы. Показано, что с течением времени вязкость печатной краски увеличивается, при этом без значительного влияния на качество печати, что подтверждается печатно-техническими показателями.*

*The main rheological properties of printing compositions with the various nature of a thickener are investigated: acrylic, polyvinyl spirit and polyurethane for a flat screen printing on machines of "carousel" type. It is established that the thickener of the polyurethane nature has most optimum rheological parameters for such type of printing paint in comparison with printing structures of an acrylic and polyvinyl spirit thickeners. It is shown that after time viscosity of printing paste increases, without considerable influence on quality of the printing, that is proved by printing and technical indicators.*

**Ключевые слова:** реологические свойства, полиуретановый загуститель, трафаретная печать, вязкость.

**Key words:** rheological properties, thickener of polyurethane, flat screen printing, viscosity.

Тенденции современного рынка приводят к тому, что повышается потребность в выпуске малотиражных партий текстильных изделий с авторскими оригинальными рисунками. Печать сетчатыми шаблонами относится к специальным видам отделочного производства и позволяет печатать самые разнообразные материалы. Один из сегментов рынка, где трафаретная печать с успехом применяется – отделка готовых

текстильных изделий. Для подобных задач чаще всего используются печатные станки карусельного типа. Трафаретное оборудование требует четкого знания технологии печатания и цветоделения, свойств печатных красок и материалов. По колористическим результатам печатание дает технологиям наиболее широкий спектр возможностей, а по технологии, аппаратному оформлению является наиболее сложной

фазой отделочного производства [1]. Поэтому остается актуальным внедрение в производство и усовершенствование параметров, воздействующих на точность воспроизведения отпечатков.

Известно, что при выборе композиции необходимо знать физическую и химическую природу входящего в него биндера [2]. Реологические свойства загустителей зависят от их внутренней структуры. Проблема выбора идеального загустителя до сих пор остается актуальной. Существует широкий набор свойств, которым должен обладать реологический модификатор, такие как: оптимальный загущающий эффект, стабильность при хранении, положительное влияние на стойкость к истиранию, промывке, глянец, яркость, вододерживающая способность, отсутствие пенообразования и др. Все большую популярность в пигментной печати приобретают синтетические загустители, включая полимеры на основе акриловой и метакриловой кислот и водорастворимые полиуретаны. Применение полиуретановых загустителей, обладающих комплексом необходимых свойств, в значительной степени позволяет улучшить реологию водно-дисперсионных систем [3].

При определении упруговязких свойств печатных композиций проведен сравнительный анализ реологических параметров печатных композиций на основе

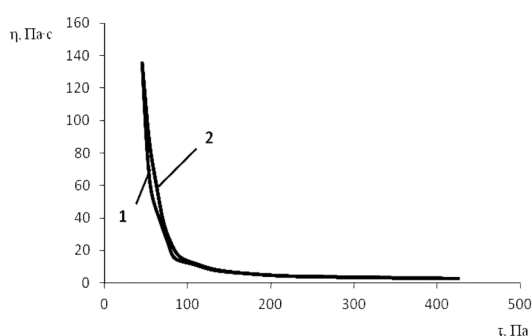


Рис. 1

На рис.1 представлены экспериментальные данные в виде реологических кривых  $\eta(\tau)$  печатной композиции на основе загустки полиуретановой природы (1 – прямой ход; 2 – обратный ход), на рис. 2 – реологические кривые в координатах  $\lg(\dot{\gamma})$

загустителей: акрилового, поливинилспиртового (ПВС) и полиуретанового, фирмы "Texilac". Концентрация используемых загустителей составляет 8%. Применена техника печати по хлопчатобумажному трикотажу трафаретным способом с использованием сетчатых шаблонов №55 на карусельном печатном станке "Chameleon" (США). Реологические исследования проводили на ротационном вискозиметре "Реотест-2". Характеристика реологического поведения загусток определялась следующими показателями: вязкостью, напряжением сдвига, индексом течения и степенью тиксотропного восстановления.

Возникающее в вязкой системе между двумя цилиндрами касательное напряжение определяется значением напряжения сдвига  $\tau$ . Градиент скорости сдвига  $\dot{\gamma}$  задан для каждой из 12 изменяемых скоростей, он зависит от угловой скорости внутреннего цилиндра  $\omega$ (рад), радиуса наружного цилиндра  $R$ (мм) и радиуса внутреннего цилиндра  $r$ (мм). Зная  $\tau$  и  $\dot{\gamma}$ , можно рассчитать вязкость  $\eta$ (Па·с) для всех скоростей измерительного цилиндра [5].

Математическая обработка данных для расчета реологических параметров проводилась с помощью программы "GULIVER" Curves HTVM reologia. Рассчитаны значения вязкостей для каждой композиции.

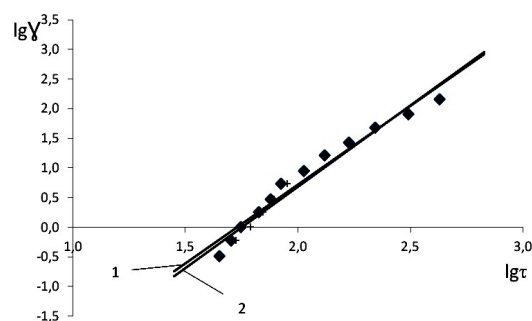


Рис. 2

от  $\lg(\tau)$  прямого и обратного хода, полученные в результате изменения касательных напряжений  $\tau$ , определенных при различных значениях градиента скорости  $\dot{\gamma}$  в интервалах от 0,33 до 145,8  $\text{с}^{-1}$ , рассчитан

индекс течения  $m$  (1 – прямой ход; 2 – обратный ход).

На рис. 3 представлены реологические кривые трех печатных композиций в сравнении (1 – акрилового ; 2 – полиуретанового; 3 – поливинилспиртового).

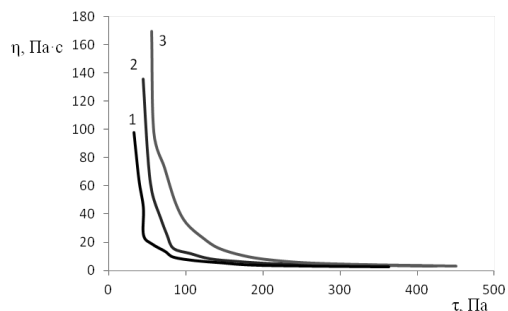


Рис. 3

В табл.1 приведены значения показателей исследуемых печатных композиций, определенных реологическим методом: расчетные значения вязкости ( $\eta$ ), касательного напряжения ( $\tau$ ), индекса течения ( $m$ ) и степени тиксотропного восстановления ( $P$ ) [5].

Т а б л и ц а 1

Составы печатных композиций на основе:	$\eta$ , Па·с, при $\dot{\gamma}=5,4 \text{ с}^{-1}$	$\tau$ , Па	$m$	$P$
акриловой загустки	13,4574	72,670	0,4027	1,0126
загустки ПВС	22,7741	122,980	0,3656	1,0489
полиуретановой загустки	15,5278	83,850	0,3743	1,0365

Табл. 1 демонстрирует, что печатная композиция на основе загустки "Техілас" полиуретановой природы обладает средним значением вязкости по сравнению с двумя другими рассматриваемыми печатными составами. Оно не превышено, что мешало бы проведению технологического процесса из-за быстрого высыхания на шаблоне, и не занижено, что привело бы к растеканию печатной краски за пределы контура рисунка и нежелательному глубокому проникновению печатного состава к изнаночной стороне. Значения остальных реологических показателей оптимальны для данного вида печати.

Рассмотренные загустители и печатные составы на их основе обладают высокой степенью тиксотропного восстановления. При снятии механической нагрузки, то есть прекращении воздействия ракля, печатные композиции быстро восстанавливали первоначальную вязкость, что можно пронаблюдать по значениям величины  $P$ , стремящимся к единице.

Величина  $m$  характеризует отклонение аномально вязкой жидкости от идеальной (ньютоновской) жидкости ( $m=1$ ). Значение

$m < 1$ , как получено в нашем опыте, характерно для загусток и печатных красок.

Качество печати оценено по следующим печатно-техническим характеристикам: величина растекания, степень проникновения, устойчивость окрасок к сухому и мокрому трению. Величина растекания ( $\Delta L$ ) характеризует тиксотропные свойства вязкой композиции. Известно, что при малом давлении и высокой вязкости печатная краска слабо проникает в ткань, растекание в этом случае определяется реологическими свойствами краски. При понижении вязкости печатной краски и увеличении давления скорость проникновения краски внутрь ткани выше скорости растекания, так как основная ее масса окажется внутри ткани. В этом случае растекание печатной краски в большей степени определяется структурой и плотностью ткани [4]. Выяснилось, что печатный состав на основе полиуретанового загустителя имеет среднее значение величины растекания по сравнению с двумя другими. Вязкость  $\eta$  – коэффициент пропорциональности между касательным напряжением  $\tau$  и градиентом скорости  $\dot{\gamma}$  во время

простого сдвига [6]. Так как величина  $\gamma$  в слое печатной краски обеспечивает при заданном напряжении сдвига  $\tau$  получение требуемого растекания, соответственно, что от значения невысокой величины вязкости и сильного давления происходит быстрое проникновение вглубь и лучшая кроющая способность печатной краски в пределах контура рисунка.

Степень проникновения (СП) печатной краски рассчитывалась методом определения белого цвета в образце с лицевой и с изнаночной сторон. Функция яркости окраски K/S напечатанных образцов была определена по коэффициенту отражения, определенному при помощи спектрофотометра "Orintex" (источник света D65). Значения степеней проникновения печатных красок, приготовленных на основе различных загустителей, показали, что наиболее глубоко в ткань проникает печатная краска на основе поливинилспиртового и полиуретанового загустителей. Так как вязкость печатной краски на базе загустителя ПВС достаточно высокая, это явление объясняется возможными изменениями в структуре состава при термообработке.

Опыты на устойчивость к сухому и мокрому трению напечатанных образцов проводились на аппарате ПТ-4. Выяснилось, что печатная краска на основе поли-

уретанового загустителя устойчива к мокрому и сухому трению.

На втором этапе данной работы исследовано влияние фактора времени на изменение вязкости печатной краски на основе загустки полиуретановой природы. Приготовлен печатный состав и сняты реологические показатели сразу после приготовления и по истечении 1, 6, 24, 72 часов. На рис. 4 представлена кинетическая кривая изменения вязкости печатной композиции на основе полиуретанового загустителя во времени  $\eta(t)$ .

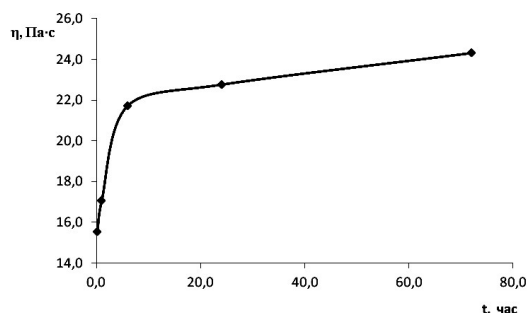


Рис. 4

Результаты обработки экспериментальных данных представлены в табл. 2 (изменение реологических показателей печатной композиции на основе загустки "Техілас" полиуретановой природы с течением времени).

Таблица 2

t, ч	η, Па·с, при $\gamma=5,4 \text{ c}^{-1}$	τ, Па	m	P
0,17	15,5278	83,8500	0,3743	1,036584
1	17,0806	92,2350	0,3749	1,031225
6	21,7389	117,3900	0,3487	1,058203
24	22,7741	122,98	0,3446	1,039706
72	24,3269	131,365	0,3370	1,031378

Из анализа полученных данных видно, что вязкость печатной краски в течение трех суток увеличивается. Важным фактором, влияющим на реологические показатели печатных красок, отличающих их от реологических показателей загустителей, является уровень межмолекулярного взаимодействия между веществом загустителя, с одной стороны, и красителем и ТВВ, с другой. Чтобы избежать этого явления,

необходимо перед печатью тиража добавлять в печатную краску замедлители высыхания и примерно 5% воды.

Выяснилось, что величина растекания печатной краски во времени уменьшается вследствие увеличения вязкости структуры. Из этого следует вывод, что наиболее эффективно использовать печатный состав непосредственно после приготовления. В общем случае обеспечение наибольшей

графической точности возможно при использовании краски высокой вязкости с выраженными тиксотропными свойствами, однако в этом случае растровые точки, разбиваемые на форме нитями сетки, на оттиске остаются дискретными, что является существенным минусом при печати.

С течением времени степень проникновения печатной краски уменьшается, что приводит к поверхностному закреплению красителя, следовательно, к низким качественным показателям, в частности малой устойчивости отпечатков к сухому и мокрому трению. Образцы хлопчатобумажного трикотажа, напечатанные краской на основе загустки "Техіас" полиуретановой природы, устойчивы к сухому и мокрому трению (5/5 по шкале серых эталонов) на каждом этапе использования печатной композиции.

## ВЫВОДЫ

Установлено, что печатная композиция на основе загустки "Техіас" полиуретановой природы имеет наиболее оптимальные

значения реологических показателей для трафаретного способа печати, соответственно имеет преимущество по сравнению с печатными композициями на основе поливинилспиртового и акрилового загустителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Сергунина А.* // Print Week (Россия). – 2006, №14. С.33.
2. *Ik Soo Kim, Joonseok Koh, Nam Keun Han, and Jae Pil Kim* // Fibers and Polimers. – 2004, Vol. 5, №3. P.219...224.
3. *Алешина А.А., Козлова О.В., Мельников Б.Н.* // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2007, Т50(6).
4. *Разуваев А.В.* Практические рекомендации по пигментной печати текстильных материалов. – М., 2008.
5. *Сенахов А.В.* Свойства загусток и качество печати. – М.: Московский текстильный институт, 1979.
6. *Микуленок И.О.* // Пластические массы. – 2011, №7.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 04.04.13.