

УДК 677.21.023.75.044.234

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДБОРУ КОМПОНЕНТОВ ШЛИХТУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

И.В.Куликова, Б.Н.Мельников, И.А.Леднева, Л.П.Лосева

Выполнена комплексная оценка влияния различных ПАВ на структурно-механические, адгезионные и когезионные свойства шлихты, а также на физико-механические свойства ошлихтованной пряжи. Проведены кинетические исследования кислотного гидролиза крахмальных пленок, содержащих различные ПАВ. Из числа анализируемых ПАВ составлена композиция «Шлихтол МГ».

Шлихтование - сложный процесс взаимодействия пряжи и шлихты, результаты которого при неизменных температурно-временных параметрах определяются качеством шлихты и поверхностными свойствами пряжи.

К материалам, применяемым в качестве клеящих ингредиентов шлихты, предъявляется сложный комплекс требований, и ни один из многочисленных природных и синтетических полимеров всесторонне ему не удовлетворяет [1]. В связи с этим определенный интерес представляют многокомпонентные шлихтующие композиции, в которых рациональное сочетание природных и синтетических компонентов и, в частности, крахмалопродуктов и поверхностно-активных веществ, позволяет изменять в нужном направлении физико-химические свойства шлихты и тем самым снивелировать недостатки отдельных компонентов.

В настоящее время в качестве природного клеящего компонента шлихты наиболее часто используют крахмал и крахмалопродукты в сочетании с хлораминном, едким натром, хлопковым маслом. В крахмальных студнях упругие свойства (так называемые быстрые эластические деформации) обусловлены главным образом наличием амилозной фракции, а высокоэластические свойства (медленные эластические деформации) - фракцией амилопектина [2]. Необходимо отметить, что не только природный крахмал, но и его компоненты в отдельности - амилоза и амилопектин - образуют упругие эластические системы и для придания им пластичности нуждаются в специальных обработках. Как показали проведенные исследования, добавление в крахмальную шлихту, традиционно используемую в производстве, поверхностно-активных веществ (ПАВ) в заметной степени изменяет прочностные и эластические свойства крахмальных студней (табл. 1). Так, в присутствии ионогенных ПАВ в концентрации до 1 % происходит снижение динамического предела прочности и равновесного модуля эластичности, наблюдается повышение текучести клейстера. Указанные изменения, вероятно, являются следствием «плавления» межмо-

лекулярных связей, конформационных превращений макромолекул, а именно, уменьшения когезионного взаимодействия. С дальнейшим ростом концентрации ионогенных ПАВ увеличивается структурированность системы, однако прочность студня не возрастает. Введение неионогенных ПАВ вызывает повышение текучести, пластичности студня, а увеличение концентрации выше 1 % приводит к значительному разжижению системы.

Таблица 1

Влияние природы и концентрации ПАВ на структурно-механические свойства крахмальной шлихты

Наименование ПАВ	Концентрация ПАВ, %	Равновесный модуль эластичности 10^{-4}	Логарифм динамического предела прочности, сП
Анионактивные ПАВ			
Препарат НМС	0,5	5,7	4,3
	1,0	2,4	4,0
	1,5	8,8	5,0
	2,0	11,0	5,4
Препарат НТС	0,5	6,5	4,1
	1,0	5,3	3,8
	1,5	11,5	5,0
	2,0	15,0	5,3
Карбозолин КЖ	0,5	7,9	4,2
	1,0	7,0	4,0
	1,5	17,0	4,6
	2,0	28,0	5,0
Неионогенные ПАВ			
Неонол	0,5	6,1	4,0
	1,0	2,8	3,8
	1,5	2,3	3,4
	2,0	1,5	3,0
Синтаמיד-5	0,5	5,7	4,2
	1,0	3,0	3,9
	1,5	2,5	3,5
	2,0	1,4	2,9
Без ПАВ	-	8,1	4,4

Изменение структурно-механических свойств традиционной шлихты в присутствии 1 % ПАВ, а именно: снижение равновесного модуля эластичности, динамического предела прочности, повышение текучести шлихтующей композиции - приводит к качественным изменениям характера и свойств пленок, образующихся при высыхании на поверхности пряжи. Наблюдения под микроскопом показали, что в случае использования традиционной шлихты на поверхности пряжи образуется система жестких чешуек, склеек, тогда как высыхание пластифицированной шлихты приводит к образованию на поверхности пряжи сплошной тонкой высокоэластичной пленки, растяжимость которой близка к растяжимости пряжи. Некоторые исследователи [3, 4] считают, что присутствие в крахмальной шлихте различных добавок (стеарина, восков, глицерина, олеата натрия) ухудшает качество ошлихтованной пряжи - уменьшается прочность пленок шлихты, увеличивается ее осыпаемость. Поэтому при выборе эффективного синтетического компонента для шлихтующих составов необходимо детально изучить комплекс свойств, характеризующих взаимодействие шлихты с пряжей.

В основе всех способов образования полимерного покрытия на поверхности волокон лежат физико-химические процессы смачивания шлихтующей композицией и адгезии к пряже. Взаимодействие шлихтующих композиций с волокном определяется не только структурными особенностями волокон, но и поверхностной активностью шлихты. Так, более гидрофильное, лучше смачиваемое волокно обладает лучшими адгезионными свойствами. В свою очередь, добавление ПАВ изменяет поверхностную активность крахмальной шлихты и открывает возможности для регулирования силы адгезии к пряже. При оценке адгезионного взаимодействия в работе использовались следующие показатели: истинный приклей, скорость смачивания, работа адгезии традиционной шлихты с добавлением различных ПАВ в концентрации 1 %.

Как видно из представленных в табл. 2 результатов,

Физико-механические свойства крахмальной шлихты в присутствии различных ПАВ

Наименование ПАВ	Значение ГЛБ	Скорость смачивания, м/мин	Работа адгезии, 10^2 Дж/м ²	Истинный приклей, %
Анионоактивные ПАВ				
НТС	56,0	1,40	101,76	7,0
НМС	54,0	1,45	103,20	7,0
Карбозолин КЖ	40,0	1,40	104,90	6,9
Сульфосид	30,0	1,50	105,0	7,2
Сульфорецинат	45,0	1,35	101,90	6,8
Неионогенные ПАВ				
ОС-20	24,0	1,20	87,5	5,5
Синтанол ДС-10	26,0	1,20	89,9	5,9
Синтамид-5	24,0	1,20	85,2	5,3
Неонол	10,6	1,25	93,2	6,0
Без ПАВ	-	1,20	93,0	6,7

различные ПАВ изменяют физико-механические свойства шлихты по-разному. Присутствие в составе шлихты анионоактивных ПАВ увеличивает скорость смачивания хлопчатобумажной пряжи данной шлихтой. При этом возрастает сила взаимодействия шлихтующей композиции с волокном - увеличиваются сила адгезии, приклей. Напротив, неионогенные ПАВ практически не изменяют скорость смачивания пряжи. Кроме того, они несколько снижают силу взаимодействия шлихты с волокном, уменьшают работу адгезии, приклей.

Все исследуемые в работе неионогенные ПАВ отличаются невысокими значениями гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) - до 25-30 единиц. Неионогенные ПАВ, имеющие в своем составе этил-оксидные группировки (со значением ГЛБ до 20 единиц), очевидно, способны образовывать с амилозой крахмала комплексное соединение, которое более гидрофобно, чем исходная амилоза. Присутствие неионогенных ПАВ в шлихтующей композиции снижает ее сродство к гидрофильным волокнистым материалам, выполняя тем самым роль выравнивающего агента. Анионоактивные ПАВ, отличающиеся высоким значением ГЛБ - более 30 единиц, увеличивают сродство шлихтующей композиции к хлопчатобумажной пряже, повышая работу адгезии.

Комплексная оценка влияния различных ПАВ на структурно-механические, адгезионно-когезионные свойства шлихты позволила теоретически обосновать целесообразность создания шлихтующих композиций с уменьшенным содержанием крахмала. Эффективность новых составов подтверждается физико-механическими показателями ошлихтованных нитей, представленными в табл. 3. Так, при шлихтовании хлопчатобумажных основ традиционным составом разрывная нагрузка пряжи увеличивается на 13 %, жесткость - в 1,5 раза, разрывное удлинение снижается на 28 %. Коэффициенты вариации по разрывной нагрузке, разрывному удлинению, жесткости составляют, соответственно, 13,0; 17,1; 12,7 %.

Шлихтование традиционным составом, но с

уменьшенным содержанием клеящих веществ, не обеспечивает хорошего качества ошлихтованных основ: разрывная нагрузка практически не изменяется, жесткость увеличивается в 1,5 раза по сравнению с мягкой пряжей, разрывное удлинение уменьшается на 17 %. Коэффициенты вариации по разрывной нагрузке, разрывному удлинению, жесткости составляют, соответственно, 8, 20, 12 %. Введение анионоактивных и неионогенных ПАВ в концентрации 1 % в состав для шлихтования с уменьшенным содержанием клеящих веществ позволяет значительно улучшить технологические показатели ошлихтованных основ.

Сравнительный анализ данных табл. 3 показывает, что наиболее эффективными модификаторами из чис-

Таблица 2

Таблица 3

Влияние состава шлихты на качество хлопчатобумажной пряжи

Состав шлихты	Разрывная нагрузка, гс	Разрывное удлинение, мм	Жесткость	Коэффициент вариации (%) по		
				прочности	удлинению	жесткости
Мягкая пряжа	230	14,0	4,7	8,0	21,0	9,0
Ходовой состав	256	8,7	7,0	13,0	17,1	12,7
Состав 1 (с уменьшенным содержанием клеящих веществ)	235	11,0	7,0	10,0	20,1	12,7
<u>Состав 1 + 1% анионоактивных ПАВ</u>						
НТС	278	10,6	5,6	8,3	12,0	10,0
НМС	270	14,0	6,0	9,0	12,7	6,5
ЛСТ	268	10,3	10,5	9,8	12,9	9,6
ДНС-А	243	10,9	5,8	8,5	14,9	6,3
Сульфорецинат	250	13,6	6,1	10,0	15,0	6,9
Сульфосид	247	12,6	6,4	8,8	15,3	9,0
<u>Состав 1 + 1% неионогенных ПАВ</u>						
ОС-20	260	9,4	6,5	7,2	14,0	11,0
Синтанол ДС-10	246	8,6	7,0	7,4	13,1	8,6
Синтамид-5	250	9,3	7,2	10,4	13,1	8,1
Неонол	263	10,2	6,5	10,0	11,7	9,4

ла исследованных являются анионоактивные ПАВ (препараты НТС, НМС, ЛСТ, Карбозолин КЖ) и неионогенные ПАВ (препараты ОС-20, Неонол), которые обеспечивают высокое качество ошлихтованных основ: увеличение прочности на 15-20 %, жесткости - в 1,3 раза, снижение потерь эластичности (разрывное удлинение уменьшается лишь на 10-12 %). Кроме того, пряжа становится более равномерной - коэффициенты вариации по разрывной нагрузке, разрывному удлинению и жесткости составляют, соответственно, 8-10, 12-15 и 6-10 %.

При оценке пригодности и эффективности шлихтующих составов большое значение имеет не только улучшение характеристик ошлихтованных основ, но и удаляемость шлихты с ткани при расшлихтовке в отделочном производстве. На рис. 1 представлено влияние химической природы ПАВ, присутствующих в составах для шлихтования, на скорость удаления шлихты в варочном растворе. Проведенные кинетические исследования показали, что присутствие анионоактивных ПАВ (кривая 1) замедляет скорость расшлихтовки на 20 %, тогда как неионогенные препараты (кривая 3) интенсифицируют процесс расшлихтовки. Для более детального исследования влияния различных ПАВ на удаляемость шлихты с ткани были проведены кинетические исследования кислотного гидролиза пленок традиционной крахмальной шлихты и шлихты, содержащей 1% различных ПАВ.

Кислотный гидролиз крахмальных пленок контролировался с помощью иодометрического метода, который позволяет точно определить количество образующихся альдегидных групп, независимо от того,

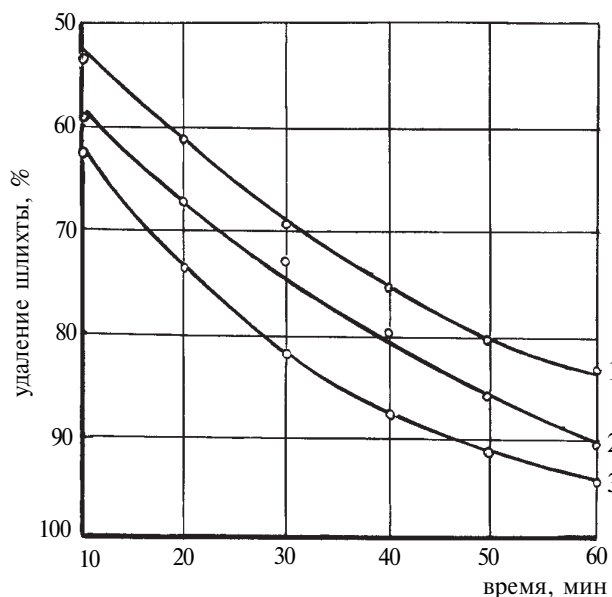


Рис. 1. Скорость удаления крахмальной шлихты: 1 - шлихта содержит 1% АПАВ; 2 - шлихта не содержит ПАВ; 3 - шлихта содержит 1% НПАВ

являются ли последние частью короткой или относительно длинной цепи. Применив уравнение мономолекулярной реакции к полученным результатам, обнаружили, что константа скорости реакции (К) снижается по мере течения реакции. Поэтому для сравнения определялось среднее значение К на ранней стадии реакции.

Данные, приведенные в табл. 4, свидетельствуют о преимущественном влиянии температурного фактора на скорость гидролиза. Присутствие ПАВ различной природы практически не изменяет значения константы скорости гидролиза крахмальных пленок. Таким образом, можно утверждать, что влияние природы ПАВ, присутствующих в составах для шлихтования, на скорость расшлихтовки связано с силой взаимодействия пленки шлихты с волокном.

Таблица 4

Константы скорости кислотного гидролиза крахмальных пленок, содержащих различные ПАВ

Наименование ПАВ	Константы гидролиза при температуре, 10 ⁴		
	60 °С	80 °С	100 °С
Препарат НТС	4,19	28,4	189,5
Препарат НМС	4,20	28,1	186,8
Карбозолин КЖ	4,21	28,2	188,9
Неонол	4,28	29,5	195,1
Синтамид-5	4,30	29,0	198,7
Без ПАВ	4,24	28,8	190,1

Из числа анализируемых ПАВ была составлена композиция модификатора, которая получила название «Шлихтол МГ», и определено оптимальное количество ее в шлихтовом составе. Производственные испытания, проведенные на Кохомском ХБК, подтвердили целесообразность и эффективность использования модификатора шлихты, который вводился за 10 мин до окончания варки. Оценивались физико-химические показатели качества шлихты и физико-механические свойства пряжи, а также контролировались обрывность пряжи в ткацком цехе и технологические параметры ткани в отделочном производстве.

Как видно из данных табл. 5, технологические показатели качества шлихты в присутствии «Шлихтола МГ» такие же, как и у шлихты, приготовленной по

Таблица 5

Результаты производственных испытаний препарата «Шлихтол МГ»

Показатели качества	Традиционный состав	Новый состав
рН шлихты	7,5	7,8
Степень расщепления, %	75,4	76,0
Сухой остаток, %	6,6	6,4
Истинный приклей, %	6,4	5,0
Прирост прочности, %	15,6	22,0
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	17,0	10,0
Снижение эластичности, %	30,0	15,0
Обрывность средняя, обр/мин	0,18	0,08

регламентированному на комбинате режиму. Вместе с тем модифицированная шлихта обладает высокой кинетической устойчивостью, а также устойчивостью к механическим воздействиям. Введение «Шлихтола МГ» позволяет улучшить качество основной пряжи: повышается прочность основ, уменьшается падение эластичности. Пряжа становится более равномерной по своим физико-механическим свойствам. Благодаря образованию на поверхности пряжи тонкой высокоэластичной пленки, основы становятся более устойчивыми к многократным деформациям, что приводит к снижению обрывности на ткацких станках в 2 раза. Введение в состав шлихты синтетического компонента не оказывает отрицательного влияния на последующие процессы подготовки и отделки хлопчатобумажной ткани.

Таким образом, полученные в результате исследований и производственной проверки данные позволяют сделать заключение о высокой эффективности использования в качестве одного из ингредиентов шлихты нового композиционного препарата «Шлихтол МГ». Введение в состав шлихты «Шлихтола МГ» позволяет в 1,4 раза уменьшить расход природного клеящего вещества, повысить качество ошлихтованной пряжи и улучшить ее перерабатываемость в ткацком производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганзюк Л.И. Новые препараты в технологии шлихтования. Киев.: Техника, 1991.
2. Сенахов А.В., Коваль В.В., Садов Ф.И. Загустки, их теория и применение. - М.: Легкая индустрия, 1972.
3. Валько Э. Коллоидно-химические основы текстильной технологии. Т. 2. - М.: Гизлегпром, 1940.
4. Neale S.M. J. Textile Inst. 15, 1924, p. 443; 18, 1927, p. 205.

Ивановская государственная химико-технологическая академия

Получено 27.01.97 г.