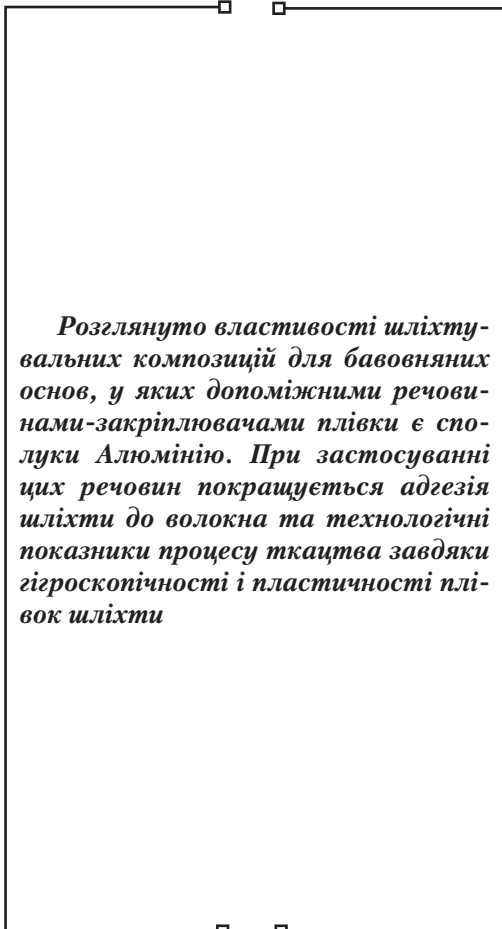


УДК 667.862.088.8

ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА ТА ГІГРОСКОПІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НОВИХ ШЛІХТУВАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ



Розглянуто властивості шліхтувальних композицій для бавовняних основ, у яких допоміжними речовинами-закріплювачами плівки є сполуки Алюмінію. При застосуванні цих речовин покращується адгезія шліхти до волокна та технологічні показники процесу ткацтва завдяки гігроскопічності і пластичності плівок шліхти

Г. С. Ткачук

Старший викладач

Кафедра хімії

Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, Хмельницький, Україна, 29016

Контактний тел.: 068-207-67-68

E-mail: anna_tc@mail.ru

В. Ю. Щербань

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри

Кафедра інформаційних технологій проектування

Київський національний університет технологій та дизайну

вул. Немировича-Данченка, 2, Київ, Україна, 01011

Контактний тел.: 044-280-53-42

E-mail: kipt@i.com.ua

1. Вступ

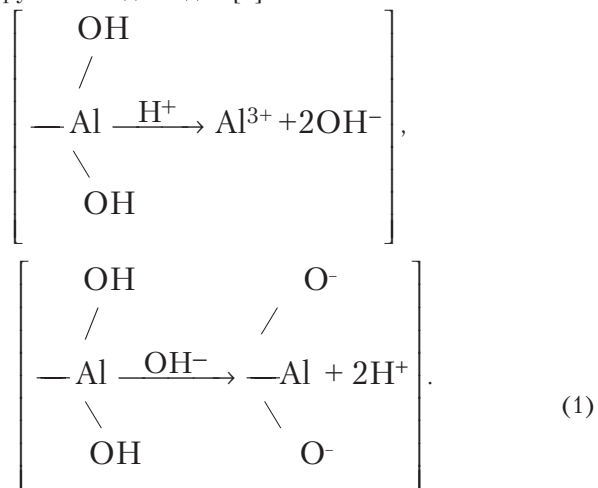
При виробництві тканин підготовка основ до ткацтва є найбільш енергоємною та матеріалоємною стадією, що проводиться винятково для зниження обривності прядива у ткацтві, й прямо пов'язана з ефективністю ткацького виробництва. Незважаючи на велику кількість шліхтувальних препаратів, що відомі сьогодні, жоден із них не задовольняє складному комплексу вимог з економічної, технологічної чи екологічної точки зору. Тому розроблення шліхтувальних композицій, які дозволять зменшити витрати харчових продуктів, хімічних реактивів, енергетичних ресурсів, є актуальними.

Нами запропоновано до складу крохмальної шліхти для бавовняних основ вводити добавки каоліну або алюмокалієвих квасців, застосування яких дозволить покращити технологічні показники шліхти, ошліхтованого прядива та процесу ткацтва [1].

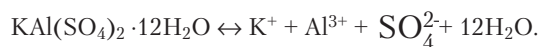
2. Гідрофільні сполуки Алюмінію

Каолін є нерозчинною у воді речовиною, яка утворює у воді дрібні дисперсії, має шарувату будову і розвинену поверхню. Завдяки амфотерним властиво-

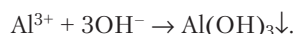
стям Алюмінію, який входить до складу мінералу, відбуваються наступні процеси. У кислому середовищі частинки поводяться, як слабкі основи й утворюють на сколах позитивний потенціалутворювальний шар йонів. У середовищах із більш високим значенням рН виявляються кислотні властивості сполук Алюмінію з утворенням негативного потенціал-утворювального шару йонів відповідно [2]:



На відміну від каоліну, що утворює колоїдні розчини, квасці є добре розчинними у воді речовинами. При розчиненні квасців проходить їхня дисоціація на складові частини:



Далі проходить повний гідроліз цієї солі за катіоном Al^{3+} :



з утворенням дрібнодисперсного золю алюміній гідроксиду $\text{Al}(\text{OH})_3$. Осад алюміній гідроксиду поверхнево активний і пронизаний численними дрібними порами, в яких вода утримується за допомогою капілярних сил. Речовина $\text{Al}(\text{OH})_3$, як і каолін, позитивно заряджена у нейтральному середовищі. Перезарядження золю алюміній гідроксиду можна розглядати за схемами (1).

Отже, частинки каоліну і квасців можуть добре адсорбуватись у структурі крохмальних гелів, які мають надлишок від'ємного заряду. Застосування крохмальних клейстерів, які містять каолін або квасці, призводить до зниження електровідємності системи «бавовняна нитка – плівка шліхти». Завдяки цьому розподіл шліхти на нитці основи повинен бути більш однорідним [3].

Наявність у каоліні та квасцях хімічно зв'язаної води дозволяє забезпечити стійкі гігроскопічні властивості плівок шліхти на волокнах. Каолін втрачає воду лише при температурах вище 400°C , а квасці втрачають лише частину кристалізаційної води при 65°C . Основа, оброблена шліхтою з додатками каоліну або квасців, стає менш чутливою до зміни вологотемпературних характеристик середовища. Це є дуже важливим у ткацтві, оскільки на системи зволоження ткацьких цехів витрачають значні кошти.

Крохмальна шліхта в процесі термомеханічного способу приготування спінується, що негативно впливає на технологічний процес шліхтування [4]. Для руйнування піни використовують багатокомпонентні піногасники, які не позбавлені ряду недоліків: нестійкості до високих температур і турбулентності; агрегатної нестабільності. Механізмів руйнування піни є кілька: введення тенсидів, що мало піняться, жирів, накопичення твердих тіл на пінному сегменті. У нашому випадку такими твердими тілами є колоїдна дисперсія каоліну або золь алюміній гідроксиду, які в процесі піноутворення накопичуються на бульбашках піни. Далі частинки проникають всередину пінного сегмента, діють там, як чужорідні тіла, сприяючи його руйнування.

Таким чином, шліхта, виготовлена з додаванням каоліну або квасців, не піниться, отже, не потрібно використовувати піногасники; є антистатичною, що виключає необхідність використання антистатиків; має кращу адгезію до волокон – знімається необхідність використання тенсидів.

Плівка шліхти стає менш чутливою до багаточислових механічних навантажень завдяки збільшенню її адгезії до волокна і високим еластичним показникам. Це дозволить зменшити обсягання шліхти при переробці основ, підвищити продуктивність ткацтва і

покращити умови у ткацьких цехах завдяки зменшенню рівня пиловиділення.

3. Сили поверхневого натягу шліхтувальних композицій

Нами було досліджено ряд показників крохмальних гелів без додавання гідрофільних додатків та з їхнім додаванням. Визначення сили поверхневого натягу проводили за методом відриву кільця [5].

Для зменшення поверхневого натягу і збільшення змочувальної здатності шліхти, до її складу додають поверхнево-активні речовини (ПАР). Нами був вибраний нейногенний препарат синтанол ДС-10 для порівняння поверхневих властивостей досліджуваних крохмальних гелів.

Було приготовлено чотири рецепти крохмальних гелів зі вмістом крохмалю 45 г/л : перший рецепт – лише крохмаль, другий – крохмаль + квасці, третій – крохмаль + каолін, четвертий – крохмаль + ПАР. Квасці та каолін взято у кількості $0,5\%$ від маси крохмалю. ПАР взято у кількості $0,25\text{ г/л}$ (табл. 1).

Нами також було проведено дослідження сили поверхневого натягу крохмальних гелів при зміні концентрації адгезиву. Поверхневий натяг усіх чотирьох зразків збільшується зі збільшенням концентрації клейового компоненту [6].

Додавання до шліхти ПАР значно знижує її поверхневий натяг. Гелі з додаванням каоліну та квасців мають набагато більший поверхневий натяг, ніж із ПАР, але значно менший, ніж чисті крохмальні гелі. Це можна пояснити адсорбцією дрібнодисперсних частинок каоліну чи алюміній гідроксиду у об'ємі та на поверхні макромолекул крохмалю і зниженням структуро-утворення. Завдяки цьому знімаються надлишкові напруження, пов'язані з поверхневим натягом.

Дослідження поверхневого натягу та інших поверхневих явищ крохмальних гелів проводили при 20°C . Але відомо, що підвищення температури значно посилює тепловий рух у системі, знижує її структурованість, отже і поверхневий натяг. У виробничих умовах шліхтування бавовняних основ проводять звичайно при температурах $70\text{--}95^\circ\text{C}$. Тому процес шліхтування основ запропонованими композиціями можна проводити без додавання ПАР, оскільки наявність у крохмальному клейстері каоліну або квасців сприяє не лише зниженню поверхневого натягу, але й зменшенню піноутворення, яке призводить до неповного проклеювання основ.

4. Крайовий кут змочування текстильних матеріалів

Крайовий кут змочування крохмальних гелів визначали за допомогою методу Ребіндера [5]. Чим меншим є структуроутворення в системах, тим краще крапля розтікається по поверхні текстильного матеріалу, змочуючи його. Чим більшою є міжмолекулярна взаємодія, тим меншим буде змочування. Низький поверхневий натяг та добра змочувальна здатність повинні бути притаманні шліхтувальним

препаратам для забезпечення добрих технологічних показників ткацтва. Для підвищення змочувальної здатності і пониження поверхневого натягу шліхти до її складу вводять ПАР і (або) підвищують температуру.

Нами було приготовлено чотири зразки крохмальної шліхти, (див. пункт 3). При вивченні крайового кута змочування бавовняного волокна було встановлено, що змочування шліхтою відбувається найкраще при зменшенні концентрації клейової речовини. Але при низьких концентраціях крохмалю шліхта проникає вглиб нитки між волокна і не утворює міцної зовнішньої плівки з одного боку, погано вимивається при розшліхтуванні – з іншого боку.

Шліхта із додаванням ПАР найкраще змочує поверхню волокна. При наявності у клейстері каоліну або квасців, не зважаючи на зміцнення структури, відбувається кращий ефект змочування, ніж у чистій крохмальній шліхті. Це пояснюється адсорбцією дрібнодисперсних частинок на поверхні макромолекул крохмалю. При цьому значно збільшується адгезія шліхти до волокна. Введення текстильно-допоміжних речовин (ТДР) каоліну або квасців сприяє певному зниженню величини поверхневого натягу навіть без наявності ПАР. Отже, поверхневі капілярні сили переважають над міцністю структури при певних концентраціях. Оскільки технологічний процес шліхтування основ проходить при високих температурах, які сприяють зменшенню величини крайового кута змочування, це є сприятливим для успішного застосування запропонованих нами композицій.

5. Визначення величини адгезії полімерних плівок до волокна

Між молекулами адгезиву і субстрату (за молекулярною теорією адгезії) можуть виникати найрізноманітніші сили, починаючи зі слабких дисперсійних і закінчуючи силами хімічної природи. Величина сил адгезії залежить від природи адгезиву та субстрату, їхньої хімічної спорідненості, в'язкості адгезиву, тиску, температури, від характеру поверхні субстрату [6].

В основі всіх полімерних покриттів лежить фізико-хімічний процес змочування поверхні. Доцільним є використання лише тих клейових композицій, які не лише здатні змочувати поверхню субстрату, проникати в пори, але й при висушуванні можуть утворювати плівку, що міцно з'єднана з поверхнею.

При наявності добрих адгезійних властивостей шліхти можна регулювати її склад, в'язкість, температуру, параметри швидкості шліхтування, тиску віджимних валів, натягу ниток основи, вологості повітря [4]. Як правило, адгезія і змочування є взаємно пов'язаними факторами. Чим більшими є сили адгезії шліхти до прядива, тим кращою є змочувальна здатність шліхти.

Роботу адгезії розраховували за рівнянням Дюпре – Юнга [7], з якого випливає, що рідина розтікається по поверхні, коли сили адгезії є більшими від сил когезії. Такого ефекту можна досягнути при зменшенні сил поверхневого натягу та збільшенні температури. Але занадто високий вплив названих факторів може

негативно вплинути на показники утвореної полімерної плівки.

Оскільки досліджувалися не індивідуальні речовини, а композиції, величини, що одержали в результаті досліджень потрібно вважати за наближені. Це пояснюється тим, що чим більшою є міжмолекулярна взаємодія всередині одієї фази, тим меншим буде міжмолекулярна взаємодія на межі поділу фаз [6].

У табл. 1. показано визначені поверхневий натяг, крайовий кут змочування та роботу адгезії чотирьох шліхтувальних композицій (див. пункт 3.). Як видно, величина адгезії плівки шліхти, що містить добавки каоліну та квасців на 10–15 % більша, ніж шліхти як без додавання ПАР, так і з додаванням.

Таблиця 1

Поверхневі показники шліхтувальних композицій

Показник Склад гелю	Поверхневий натяг σ_p , мН/м	Крайовий кут Θ , град	$\cos\Theta$	Робота адгезії W_a , мДж/м ²
Крохмальний традиційний	90,01	81	0,156	104,05
Крохмальний з ПАР	62,67	42	0,743	109,24
Крохмальний із квасцями	70,87	52	0,616	114,50
Крохмальний з каоліном	71,14	51	0,629	115,91

Дрібнодисперсні частинки каоліну або алюміній гідроксиду відіграють роль наповнювачів полімерних композицій, які позитивно впливають як на адгезійні, так і на когезійні властивості плівок шліхти. Не остання роль у міцності полімерного покриття належить залишковим деформаціям плівок, на величину яких можна впливати, змінюючи температуру, вологість середовища, склад композицій. Пластифікатором крохмальних плівок є вода, яка випаровується в процесі сушіння основ. Це негативно впливає на технологічний процес переробки основ. Для зняття залишкових напружень при зміні вологотемпературних режимів до складу шліхти вводять каоліни або квасці, які здатні утримувати за різних умов кристалізаційну воду.

За іншою теорією адгезії (електричною) відбувається орієнтація нейтральних молекул, що містять полярні групи; тобто на межі адгезив – субстрат утворюється подвійний електричний шар, який є результатом їхньої взаємодії (утворення водневих зв'язків за донорно-акцепторним механізмом та з допомогою кулонівських сил) [7]. Дрібнодисперсні амфотерні сполуки Алюмінію прекрасно взаємодіють з гідроксогрупами молекул як крохмалю, так і целюлози завдяки своєму потенціалутворювальному шарові йонів, що веде до підвищення міцності шліхтувальних плівок та величини їх хімічної адгезії.

Можна припустити, що наявність каоліну або квасців впливає на формування тонкої структури полімеру при висушуванні з розташуванням між елементами

Таблиця 3

Гігроскопічні властивості плівок шліхти

Тип плівки	Відносна вологість W, %			
	57,58	71,83	90,00	98,00
ПВС	15,14	22,52	37,12	64,25
Крохмаль	13,41	20,04	32,01	60,22
Крохмаль+каолін	10,50	13,69	20,46	24,04
Крохмаль+квасці	11,65	12,17	22,50	27,53

його надмолекулярної структури з утворенням міцних плівок та зміною їхніх антифрикційних властивостей.

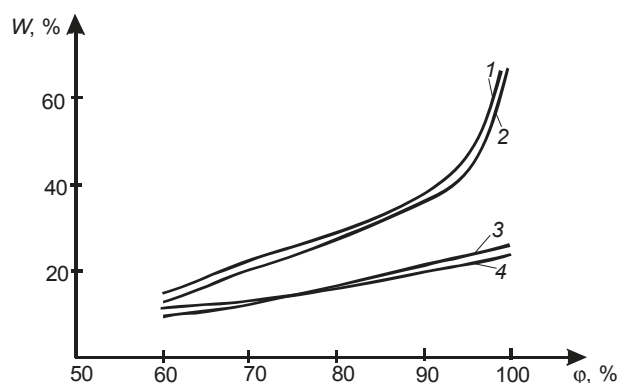
Імовірно, що при більшій величині адгезії до волокна, ніж у традиційних шліхт, запропонована композиція буде при певній кількості адгезиву формувати на нитці більш високий приклеї, що може бути передумовою економії клейових речовин. Тому нами було досліджено залежність величини приклею від концентрації клейової речовини у чистій крохмальній шліхті, крохмальній шліхті з каоліном та крохмальній шліхті із квасцями (табл. 2). Із даних цієї таблиці видно, що приклеї шліхтувальних композицій із гігроскопічними додатками при однаковій концентрації крохмалю є приблизно на 10 % більшим, ніж у шліхті без додатків. Цей факт прекрасно підтверджується, як молекулярною, так і електричною теорією адгезії. Потрібний приклеї формується на плівці при більш низьких концентраціях крохмалю. Отже, є підстави для розроблення запропонованих композицій.

Таблиця 2

Залежність приклею крохмальних гелів від концентрації клейової речовини

Шліхта	Значення приклею, % при різних концентраціях крохмалю, г/л									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Крохмаль	2,4	2,7	3,1	3,3	3,9	4,3	4,8	5,3	5,9	
Крохмаль + квасці	2,4	2,7	3,4	4,0	4,8	5,5	5,9	6,7	7,2	
Крохмаль + каолін	2,5	2,9	3,3	4,1	4,7	5,5	6,0	6,6	7,3	

Зміни вологопоглинання, які нами спостерігалися, є позитивними з точки зору застосування каоліну та квасців як компонентів шліхти. Основи, ошліхтовані за запропонованою технологією, у меншій мірі бідуть змінювати технологічні і якісні показники при коливаннях вологості на ткацькому виробництві.



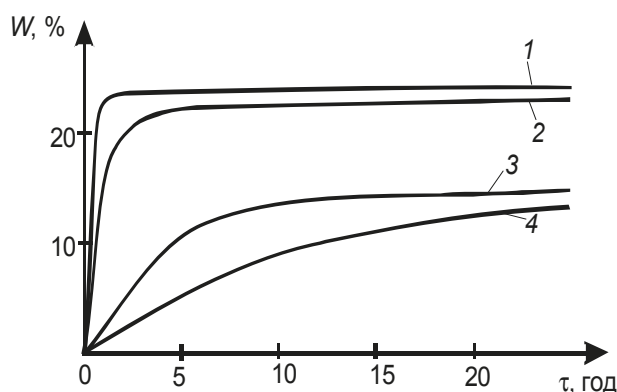
(а)

6. Гігроскопічні властивості плівок шліхти

Відомо, що еластичність і витривалість плівки значною мірою залежить від її гігроскопічності. Оскільки метою даної роботи є запровадження технології шліхтування з використанням гігроскопічних додатків, нами було вивчено гігроскопічність або вологопоглинання плівок шліхти шляхом, витримання їх над насиченими розчинами різних солей [1].

Експериментальні дослідження проводили згідно з ГОСТ 6611.4-73.

Нами були взяті для дослідження плівки синтетичного полімеру ПВС, а також крохмальні плівки: чистий крохмаль, крохмаль + квасці, крохмаль + каолін (див. пункт 3). Як видно з ізотерми сорбції водяних парів (рис. 1.б, табл. 3), залежність вологопоглинання від зміни вологості оточуючого середовища має складний характер. При зміні відносної вологості від 57,58 до 98,00 % вологість усіх зразків збільшується, але не однаково. Найбільше змінюється вологість крохмальної плівки, трохи менше – вологість плівки ПВС. Поглинання вологи плівками з додатками каоліну і квасців змінюється більш плавно і не в такій мірі. Причому в інтервалі відносної вологості 70–80 % вологопоглинання плівки з квасцями починає випереджати, плівку з каоліном.



(б)

Рисунок 1. Залежність гігроскопічності плівок шліхти від величини відносної вологості (а), кінетика поглинання парів води плівками шліхти (б):
1 – ПВС, 2 – крохмаль, 3 – крохмаль + каолін, 4 – крохмаль + квасці.

Вивчення кінетики вологопоглинання дало змогу встановити, що швидкість цього процесу, а також досягнення рівноваги залежить від природи адгезиву

і складу шліхти. Крохмальні плівки мають високу швидкість поглинання вологи (протягом першої години). Далі швидкість поглинання сповільнюється і через 4–5 год настає стан рівноваги. Плівки з ПВС поглинають вологу ще швидше, ніж крохмальні. Плівки з додаванням гігроскопічних додатків воду поглинають більш повільно, після 6–10 год швидкість ще більш сповільнюється, і рівновага настає після 20 год (рис. 1.б.).

Волого-температурні характеристики середовища у ткацькому та приготувальному відділеннях мають велике значення для виробництва якісної тканини [3]. Стабільні гігроскопічні властивості плівок шліхти з цільовими додатками можуть дати можливість зниження відносної вологості повітря ткацьких цехів, отже, і застосування запропонованих композицій.

Галузь можливого впровадження одержаних результатів

Крохмальні композиції з додатками каоліну або квасців для шліхтування бавовняних основ можуть бути застосовані у підготовчих відділеннях ткацького виробництва. Це дасть змогу: скоротити витрати крохмалю і ТДР при готуванні шліхти; забезпечити регулювання рівня приклею; досягти зниження обривності за рахунок підвищення технологічних показників шліхти; знизити вологість повітря та рівень пиловиділення у ткацьких цехах; покращити екологічний баланс за рахунок використання екологічно чистих речовин.

Висновки

Шліхтувальні склади з доданням каоліну або квасців мають:

1) на 20–30 % нижчу силу поверхневого натягу в порівнянні зі складом на основі чистого крохмалю, але вищу, ніж у складах із доданням ПАР;

2) значно нижчу величину крайового кута змочування, яка наближується до значень кута змочування шліхтувальних складів із додаванням тенсидів, що поліпшує проникність крохмальних гелів у прядиво;

3) величину адгезії на 10–15 % більшу, ніж чисто крохмальної шліхти, що зумовлює збільшення величини приклею при однаковій концентрації крохмалю

4) у 3–4 рази довший час поглинання води при збільшенні вологості середовища, що може покращити стабільність пружноеластичних властивостей плівок шліхти та зменшення їх склеювання в основі на ткацькому верстаті при коливаннях вологотемпературних режимів.

Література

1. Деклар. пат. 10218 Україна, С09J4/06. Шліхтувальна композиція для целюлозних основ / Г. Ткачук, Л. Ганзюк, В. Щербань, В. Гнідець. – патенто-власник Хмельницький нац. ун-т; заявл. 14.03.2005; опубл. 15.11.2005, Бюл. № 11 (І ч.).
2. Бехетин А.Г. Курс минералогии / А.Г. Бехетин. М.: Гос. изд-во геологической литературы. – 1951. – 542 с.
3. Ганзюк Л.І. Застосування гігроскопічних речовин в технології шліхтування целюлозної пряжі / Л.І. Ганзюк, І.В. Дехтярук, Г.С. Костогриз // Вісник технол. ун-ту Поділля. – 1998. – т. 1. – № 4. – С. 114–116.
4. Справочник по хлопчаткачеству / под ред. Э.А. Ониква. – М.: Легкая индустрия. – 1979. – 487 с.
5. Методические разработки к практикуму по коллоидной химии / под общ. ред. А.В. Перцова. М.: изд-во МГУ. – 1999. – 90 с.
6. Тагер А.А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия. – 1978. – 544 с.
7. Берлин А.А. Основы адгезии полимеров / А.А. Берлин, В.Е. Басин. – М.: Химия. – 1969. – 320 с.