

Г.С. ТКАЧУК, В.Ю. ЩЕРБАНЬ  
(Київський національний університет технологій та дизайну)

## Реологічні властивості крохмально-каолінових систем

Незважаючи на велику кількість шліхтувальних препаратів, що відомі сьогодні, жоден з них не задовольняє складного комплексу вимог з економічної, технологічної чи екологічної точки зору. Тому розроблення шліхтувальних композицій, які дають змогу зменшити витрати харчових продуктів, хімічних реактивів, енергетичних ресурсів, є актуальним.

Авторами статті запропоновано вводити до складу крохмальної шліхти для бавовняних основ добавки каоліну або алюмокалієвих квасців, застосування яких дасть можливість поліпшити технологічні показники шліхти, ошліхтованої пражі та процесу ткацтва.

Завдяки амфотерним властивостям алюмінію, який входить до складу каолініту або алюмокалієвих квасців, у кислому та нейтральному середовищах частинки цих речовин поведуться, як слабкі основи, й утворюють позитивний потенціалутворювальний шар йонів. У середовищах із високим значенням рН виявляються кислотні властивості сполук алюмінію з утворенням негативного потенціалутворювального шару йонів відповідно.

Отже, частинки каоліну і квасців можуть добре адсорбуватися у структурі крохмальних гелів, які мають надлишок від'ємного заряду. Це призводить до зниження електровід'ємності системи «бавовняна нитка – плівка шліхти», і розподіл шліхти на нитці основи має бути одноріднішим.

Наявність у каоліні та квасцях хімічно зв'язаної води дає змогу забезпечити стійкі гіроскопічні властивості плівок шліхти на волокнах. Основа, оброблена шліхтою з додатками каоліну або квасців, стає менш чутливою до зміни волого-теплових характеристик середовища.

Крохмальна шліхта в процесі термомеханічного способу приготування спінується, що негативно впливає на технологічний процес шліхтування. Колоїдна дисперсія каоліну або золю гідроксиду алюмінію, які в процесі піноутворення накопичуються на бульбашках піни, проникають всередину пінного сегмента, діють там, як чужорідні тіла, сприяючи його руйнуванню.

Отже, шліхта, приготовлена з додаванням каоліну або квасців, не піниться, є антистатичною, має кращу адгезію до волокон, стає менш чутливою до багатоциклових механічних навантажень [1].

Однією з найважливіших характеристик шліхти є її в'язкість, тому було поставлено за мету вивчення реологічних властивостей каолінових та крохмально-каолінових систем. Суспензії з неміцними агрегатами, які розпочинають руйнуватися вже за малих зусиль є псевдопластичними рідинами. У таких суспензіях утворення та руйнування агрегатів є рівноважним із відповідним рівнем силової дії, і необхідний деякий час для руйнування або утворення структури до рівноважного рівня. Цим зумовлені тиксотропність і релаксація суспензій [2].

Досліджено каолінові суспензії (див. табл. 1) за концентрацій, більших 10 %, коли стає помітним вплив міжчастинкової взаємодії. Перед приготуванням суспензії каолін розтирали у ступці з невеликою кількістю води (для зменшення ступеня полідисперсності частинок). Відносну в'язкість суспензії визначали за допомогою віскозиметричної воронки за часом витікання з неї суспензії.

У табл. 1 показано відношення відносної в'язкості суспензії до в'язкості дисперсійного середовища  $\eta/\eta_0$  за певного об'ємного вмісту каоліну  $\omega_v$  у суспензії ( $\omega_m$  – масова частка каоліну в суспензії).

Видно, що швидкість збільшення в'язкості випереджає збільшення концентрації каоліну. Очевидно, це пов'язано зі структуроутворенням у системі в разі збільшення концентрації дисперсної фази, яке пояснюється гексагональною пластинчатою формою частинок каоліну, сприятливою для взаємної їх орієнтації й утворення зв'язків між ними по відносно великих площах поверхонь.

Для опису поведінки суспензій за досліджуваних концентрацій підходить рівняння Гуга:

$$\eta/\eta_0 = 1 + 2,5\omega_v + 14,0\omega_v^2.$$

ТАБЛИЦЯ 1 — Реологічні властивості каолінових суспензій

$\omega_m$	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,7
$\omega_v$	0,254	0,259	0,263	0,267	0,271	0,275
$\eta/\eta_0$	2,74	2,84	2,94	3,02	3,11	3,25

Проведено серію дослідів з визначення залежності динамічної в'язкості крохмально-каолінових систем від вмісту їхніх компонентів та дотичного напруження зсуву з допомогою методів ротаційної віскозиметрії. Крохмально-каолінові системи готували таким чином: потрібну кількість крохмалю перемішували з водою до досягнення стану однорідності, вводили розтертий у ступці каолін із невеликою кількістю води, перемішували і за постійного перемішування нагрівали, воду додавали до потрібного рівня.

Клейстеризацію провадили за температури 95 °С протягом 10 хв. Температура систем становила 20 °С.

На рисунку подано криві течії цих систем у координатах  $\ln\eta = f(\ln\tau)$  і  $\dot{\gamma} = f(\tau)$ . В'язкість систем однозначно збільшується за збільшення концентрації будь-якого компонента системи. Найнижче проходить крива каолінової суспензії (100 г/л), а найвище – крива крохмального гелю з максимальним вмістом каоліну. За вибраних нами концентрацій за характером течії можна встановити, що системи поведуться, як псевдопластичні тіла. Характер їхньої течії можна описати за ступеневим рівнянням Оствальда-де Віля.

Графіки  $\ln\eta = f(\ln\tau)$  описуються рівняннями прямих із ступенем апроксимації  $\approx 0,98$ .

Крохмально-каолінові системи мають значно вищу в'язкість, ніж чистий крохмальний гель, отже, колоїдні дисперсії каоліну мають явно виражену загущувальну здатність. Проте чисті каолінові суспензії мають набагато нижчу ефективну в'язкість, ніж крохмальний гель.

Отже, для каолінових суспензій навіть за концентрацій порядку 100 г/л притаманне структуроутворення і залежність ефективної в'язкості від напруження зсуву. На думку авторів статті, це пов'язано з іншим характером структуроутворення систем, що містять, крім макромолекул, колоїдні частинки. За одержаними даними можна дійти висновку, що каолінові та крохмально-каолінові системи за досліджуваних концентрацій є твердоподібними псевдопластичними тілами [3].

Оскільки характер течії досліджених каолінових систем не відрізняється від крохмальних гелів, можна припустити, що наявність у крохмальних гелях колоїдних дисперсій (каоліну чи квасців) не перешкоджатиме успішному нанесенню шліхти на текстильні основи і формуванню приклею з високими технологічними показниками.

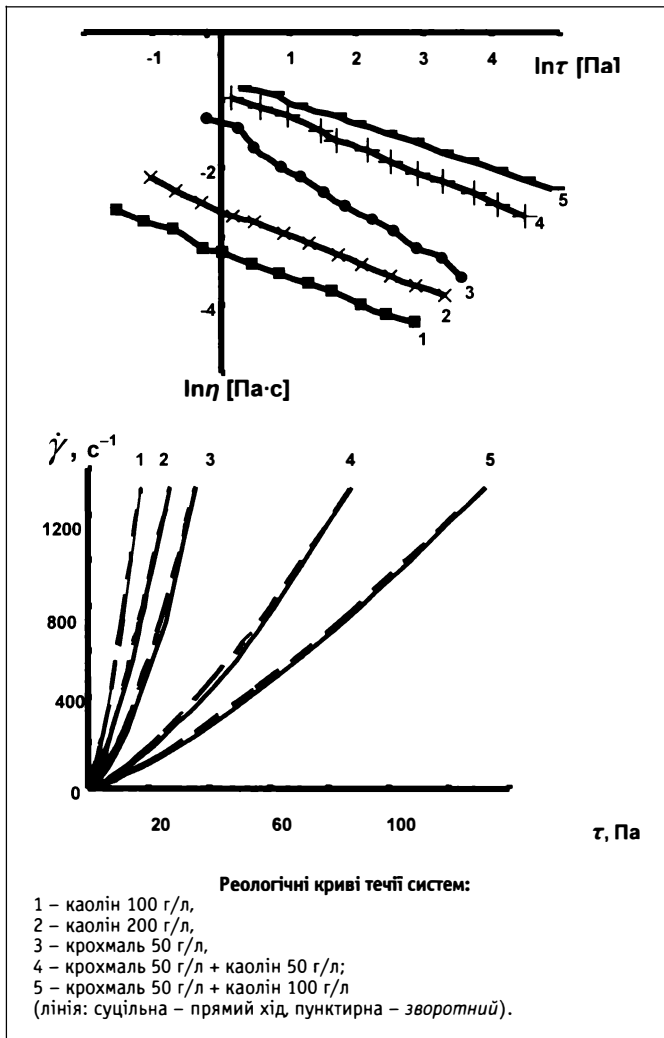
Здатність зруйнованих систем до відновлення своєї структури виражається через її тиксотропне відновлення (табл. 2).

ТАБЛИЦЯ 2 — Залежність ступеня тиксотропного відновлення системи від її складу і концентрації компонентів

Склад системи	Ступінь тиксотропного відновлення системи, %
Крохмаль, 50 г/л	79,21
Крохмаль 50 г/л і 50 г/л каоліну	89,66
Крохмаль 50 г/л і 100 г/л каоліну	93,25
Каолін 100 г/л	94,55
Каолін 200 г/л	95,78

Суспензія каоліну характеризується стабільністю, це підтверджується ступенем його тиксотропного відновлення. Відновлення системи каоліну відбувається настільки швидко, що не вдається зафіксувати міцність максимально зруйнованої системи. У разі додавання каоліну до крохмалю підвищується ступінь тиксотропного відновлення системи. Відновлення зруйнованої структури відбувається також під час течії з малою швидкістю. Зі збільшенням швидкості змінюється режим течії, і відбувається додаткове руйнування структури, що зменшує в'язкість та міцність. Перехід на більш низьку швидкість течії супроводжує відновленням структури і підвищенням в'язкості та міцності системи. Чим більше каоліну міститься в системі, тим сильніше виражений цей ефект. Додавання каоліну до крохмального гелю спричиняє підвищення ступеня тиксотропного відновлення. Це значить, що швидкість релаксаційних процесів збільшується, і зруйнована система швидко відновлюється.

Ступінь тиксотропного відновлення системи визначали як відношення сум ефективних в'язкостей систем зворотного та прямого ходів.



Реологічні властивості систем «крохмаль-каолін» відрізняються від традиційних крохмальних шліхт і головним чином залежать від вмісту в них каоліну. Чим більшим є ступінь тиксотропного відновлення системи, тим вищі технологічні показники матиме приклеї, що формується на текстильній основі в процесі нанесення на неї шліхти.

Для успішного застосування шліхти із додатками неорганічних сполук алюмінію потрібно провести додаткові дослідження для визначення оптимального вмісту колоїдних дисперсій у складі крохмальних гелів.

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 для приготування шліхти
- \* Забезпечити регулювання рівня приклею
- \* Досягти зниження обривності основ завдяки підвищенню технологічних показників шліхти
- \* Знизити вологість повітря та рівень пиловиділення у ткацьких цехах
- \* Легко розшліхтовувати основи
- \* Поліпшити екологічний баланс внаслідок використання екологічно чистих речовин

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

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. Хасанов М.М. Нелинейные и неравновесные эффекты в реологически сложных средах / М.М. Хасанов, Г.Т. Булгакова. Москва – Ижевск: изд-во Института компьютерных исследований. – 2003. – 288 с.  
 3. Рейнер М. Реология / М. Рейнер под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Главная редакция физико-математической литературы. – 1965. – 223 с.