

*Розглянуто властивості крохмально-каолінових суспензій з метою дослідження можливості використання у якості додатків до шліхти для бавовняних основ гідрофільних сполук Алюмінію. При застосуванні цих речовин покращується адгезія шліхти до волокна та технологічні показники процесу ткацтва завдяки гігроскопічності і пластичності плівок шліхти*

*Ключові слова: каолін, шліхта, бавовняні основи*

*Рассмотрены свойства крахмально-каолиновых суспензий с целью исследования возможности использования в качестве добавок к шлихте для хлопчатобумажных основ гидрофильных соединений алюминия. При использовании этих веществ улучшается адгезия шлихты к волокну и технологические показатели процесса ткачества благодаря гигроскопичности и пластичности плёнок шлихты*

*Ключевые слова: каолин, шлихта, хлопчатобумажные основы*

*Starch-kaolin suspensions properties were resumed in purpose to research a possibility of using as cotton warps size additives hydrophilic aluminium compounds. Using these substances adhesion to yarn and technological indexes of weaving increase owing to hygroscopic and plastic size films properties*

*Key words: kaolin, size, cotton warps*

# РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОХМАЛЬНО- КАОЛІНОВИХ СИСТЕМ

**Г. С. Ткачук**

Старший викладач

Кафедра хімії

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

Контактний тел.: 8-068-207-67-68

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.: 8 (044) 280-53-42

E-mail: kipt@i.com.ua

## 1. Вступ

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.

Дослідження у галузі розроблення нових енергоощадних технологій шліхтування тісно пов'язані з Законом України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», а саме, напряму вдосконалення хімічних технологій, нових матеріалів на період до 2013 року. Як було встановлено у попередніх працях, шліхта, приготвлена з додаванням каоліну або квасців, не піниться, є антистатичною, гігроско-

пічною, має кращу адгезію до волокон, стає менш чутливою до багатоциклових механічних навантажень, спричиняє більш низький рівень пиловиділення [1–2]. Для всебічного вивчення можливості застосування гідрофільних додатків як компонентів шліхти, нами було досліджено в'язкісно-реологічні властивості каолінових суспензій та крохмально-каолінових систем.

## 2. Реологія суспензій

Реологію суспензій можна розглядати як результат контактної взаємодії їхніх складових частинок. У мікрогетерогенних системах при розмірах частинок на 2–3 порядки більших за колоїдні, дисперсна фаза утворює просторову структурну сітку. За Ейнштейном, невелика кількість дисперсійного середовища при відсутності взаємодії внаслідок дисипації енергії при обертанні частинок унаслідок зсуву призводить до збільшення в'язкості системи  $\eta$ , що пропорційна об'ємній частці дисперсної фази  $\omega_v$ :

$$\eta / \eta_0 = 1 + k_E \omega_v, \quad (1)$$

**Таблиця 1**

**Реологічні властивості каолінових суспензій**

$\omega_m$	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70
$\omega_v$	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

де  $\eta_0$  – в'язкість дисперсійного середовища,  $k_E$  – коефіцієнт Ейнштейна. Малоконцентровані суспензії поводяться, як ньютонівські рідини з дещо більшою в'язкістю. Але при більш високих концентраціях проходять процеси: структуроутворення, орієнтація, перехід ламінарної течії у турбулентну [3].

Якщо частинки твердої фази, наприклад каоліну здатні зв'язувати дисперсійне середовище (є гігроскопічними) і сорбувати їх на власній поверхні, це призводить до зменшення товщини відповідальних за в'язкість прошарків води. У результаті такого зв'язування дисперсійного середовища частинками дисперсної фази кількість вільної води зменшується, а об'єм дисперсної фази збільшується на таку саму величину.

Коли напруження зсуву стають достатніми, починається процес руйнування початкового структурного каркасу. При перевищенні певного граничного напруження зсуву прошарки вільної рідини збільшуються пропорційно до росту напружень зсуву. Дисперсійне середовище, яке заключене в агрегатах, переходить у вільний стан, і в результаті цього в'язкість суспензії зменшується.

Суспензії з неміцними агрегатами, які починають руйнуватися вже при малих зусиллях 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. Зазвичай при збільшенні напруження зсуву псевдопластичних суспензій їхня в'язкість зменшується, а течія переходить у ньютонівську [4].

**3. Реологічні властивості крохмально-каолінових систем**

Однією з найважливіших характеристик шліхти є її в'язкість, тому нами було поставлено за мету вивчення реологічних властивостей каолінових та крохмально-каолінових систем. Нами було досліджено каолінові суспензії (табл. 1) при концентраціях більших 10 %, коли стає помітний 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  $\eta/\eta_0$  при певному об'ємному вмісті каоліну  $\omega_v$  в 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 при збільшенні концентрації дисперсної фази, яке пояснюється гексагональною пластинчастою формою частинок каоліну, сприятливою для взаємної їх орієнтації й утворення зв'язків між ними по відносно великих площах поверхонь. Для опису поведінки суспензій при досліджуваних концентраціях підходить рівняння Гута:

$$\eta/\eta_0 = 1 + 2,5\omega_v + 14,0\omega_v^2 \tag{2}$$

Нами було проведено серію дослідів із 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 при постійному перемішуванні нагрівали, воду додавали до потрібного рівня. Клейстеризацію проводили при 95 °С протягом 10 хв. Дослідження проводили при температурі систем 20 С.

На рис. 1 показано криві течії цих систем у координатах  $\ln\eta = f(\ln\tau)$  і  $\dot{\gamma} = f(\tau)$ , де  $\eta$  (Па·с) – динамічна в'язкість системи,  $\tau$  (Па) – дотичне напруження зсуву,  $\dot{\gamma}$  (с<sup>-1</sup>) – градієнт швидкості зсуву. В'язкість систем однозначно збільшується при збільшенні концентрації будь-якого компоненту системи. Найнижче проходить крива каолінової суспензії (100 г/л), а найвище – крива крохмального гелю з максимальним вмістом каоліну. Характер течії досліджуваних систем можна описати за рівнянням Оствальда – де Віля [5].

Графіки  $\ln\eta = f(\ln\tau)$  описуються рівняннями прямих зі 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 при концентраціях порядку 100 г/л притаманне структуроутворення і залежність ефективної в'язкості від напруження зсуву. На нашу думку, це пов'язано з іншим характером структуроутворення систем, що містять крім макромолекул колоїдні частинки. За одержаними даними можна зробити висновок, що каолінові та крохмально-каолінові системи при досліджуваних концентраціях є псевдопластичними тілами [6].

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

**4. Тиксотропне відновлення крохмально-каолінових систем**

Здатність зруйнованих систем до відновлення своєї структури виражається через її тиксотропне відновлення (табл. 2). Суспензія каоліну характеризується стабільністю, це підтверджується ступенем його тиксотропного відновлення. Відновлення системи каоліну відбувається настільки швидко, що не вдається

зафіксувати міцність максимально зруйнованої системи. При додаванні каоліну до крохмалю збільшується ступінь тиксотропного відновлення системи. Відновлення зруйнованої структури відбувається також при під час течії з малою швидкістю. Зі збільшенням швидкості змінюється режим течії, і відбувається додаткове руйнування структури, що зменшує в'язкість і міцність. При переході на більш низьку швидкість течії відбувається відновлення структури і збільшується в'язкість і міцність системи. Чим більше міститься каоліну в системі, тим сильніше виражений цей ефект. Додавання каоліну до крохмального гелю спричиняє збільшення ступеня тиксотропного відновлення. Це значить, що швидкість релаксаційних процесів збільшується, і зруйнована система швидко відновлюється. Ступінь тиксотропного відновлення системи визначається як відношення сум ефективних в'язкостей систем зворотного та прямого ходів.

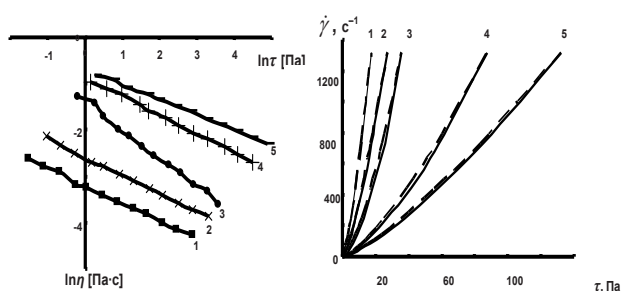


Рис. 1. Реологічні криві течії систем: 1 – каолін 100 г/л, 2 – каолін 200 г/л, 3 – крохмаль 50 г/л, 4 – крохмаль 50 г/л + каолін 50 г/л; 5 – крохмаль 50 г/л + каолін 100 г/л (лінія: суцільна – прямий хід, пунктирна – зворотний)

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

## 5. 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 основ за рахунок підвищення технологічних показників шліхти; знизити вологість повітря та рівень пиловиділення у ткацьких цехах; легко розшліхтовувати основи; покращити екологічний баланс за рахунок використання екологічно чистих речовин.

## 6. Висновки

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 буде мати приклей, що формується на текстильній основі в процесі нанесення на неї шліхти. Для успішного використання шліхти із додатками сполук Алюмінію потрібно провести додаткові дослідження для визначення оптимального вмісту колоїдних дисперсій у її складі.

## 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. Ткачук Г.С. Поверхневі явища та гігроскопічні властивості нових шліхтувальних композицій / Г.С. Ткачук, В.Ю. Щербань // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2009. – № 2/5 (38). – С. 10–14.
3. Ходаков Г.С. Реология суспензий. Теория фазового течения и ее экспериментальное обоснование / Г.С. Ходаков // Российский химический журнал. – 2003. – Т. XLVII. – № 2. – С. 33–44.
4. 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.
5. Пен Р.З. Реологические свойства меловальных суспензий. Температурная зависимость / Р.З. Пен, Л.В. Чендылова, И.Л. Шапиро // Химия растительного сырья. – 2004. – № 1. – С. 15 – 17.
6. Рейнер М. Реология / М. Рейнер под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Главная редакция физико-математической литературы. – 1965. – 223 с.