

FTAMP 64.29.23

А.А. Ешжанов¹ – негізгі автор, Ш.М. Әбихан², Г.К. Мурзабаева³, С.Р. Ермаков⁴ | ©



¹PhD, ²Магистрант, ³Магистр, ⁴PhD, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-5246-8233> ²<https://orcid.org/0009-0005-9005-8509>

³<https://orcid.org/0000-0003-3647-2547> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-2381-4459>



^{1,2,3,4}М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,



Шымкент қ., Қазақстан



¹abilda_1977@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/GVNN7425>

МАТАНЫ КӨБІКТЕЛГЕН КЕШЕНДІ АППРЕТТЕРМЕН АППРЕТТЕУДІҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Жұмыста көбікті мөлшерлеуші агенттерді қолдануға негізделген маталарды әрлеудің жаңа технологиясы ұсынылған. Матаны көбік құрамымен бір рет сіңдіру технологиялық операциялардың санын айтарлықтай қысқартуға, суды, энергияны және химиялық заттарды тұтынуды азайтуға, сонымен қатар дайын өнімнің сапасын жақсартуға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Зерттеулер нәтижесінде отқа төзімділігі, гидрофобтылығы және тозуға төзімділігі жоғары маталарды өндіруді қамтамасыз ететін көбікті мөлшерлеу агентінің оңтайлы формуласы әзірленді. Ұсынылған технология экологиялық қауіпсіз және үнемді.

Реологиялық өлшеулермен расталған моноэтанолламин (МЭА) енгізу есебінен жүйе тұтқырлығының жоғарылауы тығызырақ және тұрақты көбіктің пайда болуына әкеледі. Бұл көпіршіктердің пленкалары арасында сұйықтық ағыуының қиындығына байланысты. Сондықтан көбікті мөлшерлеу агентін жасау үшін көбік түзгіштер (метапон 0,1-0,2%, сульфоксид 61, превоцелл және басқа да заманауи беттік белсенді заттар) және белгілі бір концентрацияларда көбік тұрақтандырғыш МЭА қосымша қолданылады.

Тірек сөздер: матаны әрлеу, көбікті мөлшерлеуші, көбік түзгіштер, тұрақтандырғыштар, отқа төзімділік, гидрофобтылық.



Ешжанов, А.А. Матаны көбіктелген кешенді аппреттермен аппреттеудің тиімділігін зерттеу [Мәтін] / А.А. Ешжанов, Ш.М. Әбихан, Г.К. Мурзабаева, С.Р. Ермаков // *Механика және технологиялар* / Ғылыми журнал. – 2025. – №1(87). – Б.350-358. <https://doi.org/10.55956/GVNN7425>

Кіріспе. Маталарды әрлеудің қолданыстағы технологиясы келесі термиялық өңдеулермен әртүрлі әрлеу агенттерін қосудың бірнеше рет қайталанатын және ауыспалы операцияларына негізделген. Бұл матаның қасиеттеріне теріс әсер етеді, химиялық заттарды, суды, буды, электр энергиясын тұтынуды арттыруды талап етеді және еңбек жағдайлары мен қоршаған ортаның тазалығына кері әсер етеді. Сонымен қатар, қолданыстағы әрлеу әдістері өңделген матаға кір және май жұқтырмау, аз шөгу және аз қыртыс қасиеттерін бермейді [1-3].

Бір реттік сіңдіру және термиялық өңдеу жағдайында маталар барлық қажетті қасиеттерді (отқа төзімділік пен шіруге төзімділікті қоса) бір мезгілде

алу кешенді плюс ваннаның компоненттерін негізделген және мұқият таңдау арқылы ғана мүмкін болады. Көбік аппреттеу агенттерін пайдаланған кезде, таңдалған компоненттердің көбік жүйесінің қасиеттеріне теріс әсерін де болдырмау керек. Барлық жағдайларда матаны өңдеудің қолданыстағы технологияларымен салыстырғанда алынған әрлеу әсерлерін бағалау қажет [4,5].

Мәселені шешу үшін ең перспективалы болып келесі химиялық қосылыстар негізіндегі препараттар табылады: құрамында фтор бар полимерлер, жалынға қарсы заттар, гидрофобизаторлар, термореактивті шайырлардың предконденсаттары, шірікке қарсы агент.

Жұмыста [6] көбік ортасында тоқыма материалдарын әрлеу процестерін жүргізудің орындылығы мен перспективалары туралы көптеген мысалдарды берген. Көбікті аппреттеу кезінде салыстырмалы түрде тұрақсыз көбіктер қолданылады, олар субстратпен байланыста болған кезде сұйықтыққа тез ауысады. Көбіктердің қасиеттері және аппликатордың конструкциясы олардың тез бұзылуына және матаның ылғалдануына ықпал етуі керек. Бұл ретте көбік генераторынан аппликаторға көшу үшін көбіктің тұрақтылығы жеткілікті болуы керек, сондықтан оны жиі жартылай тұрақты (метстабилді) деп атайды [7-10].

Жоғарыда айтылғандай, көбіктерді әр түрлі әрлеу, соның ішінде арнайы маталар талап ететін қасиеттер үшін сәтті пайдалануға болады. Көбікті аппреттеу кезінде ылғалдың төмен сіңірілуі (25-35%) аппреттелген матаны кептіру және термиялық өңдеу жылдамдығын арттыруға (кейде екі немесе одан да көп), су, бу, электр энергиясын тұтынуды азайтуға (орта есеппен 30-40%), еңбек жағдайлары мен экологиялық өндірістік жағдайды жақсартуға жағдай жасайды [11].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты әзірленген сулы кешенді құрам негізінде көбікті біріктіруші агенттерді алу процесін зерттеу және оларды қолданудың тиімділігін бағалау болып табылады. Осыған сәйкес келесі бағыттар бойынша зерттеулер жүргізілді:

– көбік түзгіш пен әрлеу көбік тұрақтандырғыштарын олардың концентрациясын оңтайландыра отырып таңдау;

– оптималды еселігі (10-15), жартылай ыдырау кезеңі (15-25 мин), ауа көпіршіктерінің орташа диаметрі (100-150-106 м) және мата бетіндегі көбік сорбция динамикасы (150-200%) бар әрлеу көбіктерін өндіруді қамтамасыз ету.

Таза сұйықтықтар ең аз тұрақтылық жағдайында да көбік түзе алмайтыны белгілі. Дисперсті жүйенің бос бетінің энергиясының өзгеруі келесі теңдеумен анықталады.

$$dG = V \cdot d \cdot P - S \cdot d \cdot T - \delta \cdot d \cdot A \quad (1)$$

тұрақты қысым мен температурада:

$$\delta = -\left(\frac{dG}{dA}\right) \quad (2)$$

және

$$\Delta G = -\delta \Delta A \quad (3)$$

Демек, бос беттік энергияның төмендеуі тек жүйенің меншікті бетінің азаюымен бірге жүруі мүмкін, бұл көбік үшін газ көпіршіктерінің бұзылуына сәйкес келеді. Сондықтан тұрақты көбік пайда болуы үшін ерітіндіде беттік белсенді қасиеттері бар (беттік белсенді заттар ББЗ) кем дегенде бір компонент болуы керек. Өңдеу-әрлеу көбіктерін алу үшін синергетикалық әсері бар жеке беттік белсенді заттарды немесе олардың қоспаларын пайдалануға болады. Гидрофобты тізбектегі 12-16 көміртегі атомдары бар агрессивті беттік белсенді заттардың максималды көбік түзу қабілеті бар екендігі туралы ақпарат бар [12]. 1-кестеде әртүрлі құрылымдағы көбік түзу қабілеті (КТК) бар беттік белсенді заттардың (ББЗ) сипаттамалары көрсетілген (Росс-Майлз әдісі) [13].

Кесте 1

Түрлі беттік белсенді заттардың (ББЗ) көбік түзу қабілеті

ББЗ (жалпы формула)	р	Концентрациясы, %	Температура, °C	КТК, Н _о 10 ⁻³ М
$R - CH_2 - O - SO_3Na$	C ₇ H ₁₅	0.15	60	134
	C ₉ H ₁₉			186
	C ₁₁ H ₂₃			201
$P - N^*(CH_3)CH_2 - OSO_2$	C ₁₂ H ₂₅	0.20	45	1030
	C ₁₈ H ₃₇			130
$R - SO_3Na$	C ₁₂ H ₂₅	0.25	60	210
	C ₁₅ H ₃₁			245
	C ₁₈ H ₃₇			230
$R - COONa$	C ₁₀ H ₂₁	0.30	25	175
	C ₁₄ H ₂₉			255
	C ₁₈ H ₃₇			30
$C_9H_{19} - \text{[ring]} - O(C_2H_4O)_nH$	n = 8	0.25	50	22
	n = 10			123
	n = 12			143

Көбік түзудің тиімділігі беттік белсенді заттың (ББЗ) түріне, оның құрылымына, концентрациясына, көбік түзу температурасына және көбік түзетін қосылыстарды алу кезінде ескерілетін басқа да факторларға байланысты екені анық. Бұл жұмыста көбік түзетін агентті таңдау оңтайландырылған сулы кешенді әрлеу құрамының көбіктену дәрежесіне негізделген. Қолданылатын беттік белсенді заттардың сипаттамалары 2-кестеде берілген. Алынған көбіктер үшін олардың агрегаттық тұрақтылығын (тұрақтылығын) сипаттайтын кеңейту коэффициенті (көбіктену дәрежесі, β) және жартылай ыдырау периоды (τ_{1/2}) анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Метапонды пайдаланған кезде көбіктенген аппреттің еселігі 10-12 деңгейінде (зертханалық жағдайлар), ал көбіктің жартылай шығарылу кезеңі (құрамындағы сұйықтықтың жартысын босату уақыты) 5-10 минут. Көбіктің тұрақтылығын оңтайлы деңгейге дейін (τ_{1/2} = 20-25 мин) арттыру үшін көбіктен ағатын сұйықтықты иммобилизациялауға қабілетті жоғары молекулалық қосылыстар негізінде арнайы тұрақтандырғыш қоспалар (Полиакриламид (ПАА), моноэтанолламин (МЭА), Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), Поливиниловый спирт (ПВС)) әрлеу композициясына енгізілді.

Кесте 2

Күрделі әрлеу көбіктерінің жартылай ыдырау ($\tau_{1/2}$) кезеңінің мәндері

Көбік түзгіші						Тұрақтандырғыш				
Концентрациясы, %	1	2	3	4	5	Концентрациясы, %	ПАА	ПЭА	КМЦ	ПВС
Жартылай ыдырау кезеңі, мин										
0,05	1,8	2,4	2,8	0,5	3,5	0,5	8,6	16,3	11,4	13,3
0,10	2,3	3,2	3,6	1,3	4,2	1,0	11,3	21,4	-	15,4
0,15	2,8	3,6	4,5	1,6	4,8	1,5	13,6	26,5	18,6	18,6
0,20	3,1	3,8	4,8	1,8	5,5	2,0	15,8	27,8	22,4	21,3
0,25	3,8	3,9	5,4	2,2	6,8	2,5	19,3	29,4	22,5	23,7
0,30	3,9	4,2	6,2	2,4	7,8	3,0	21,4	30,6	27,8	25,3
0,50	4,0	4,6	7,4	2,5	8,9	3,5	22,6	34,9	-	26,4

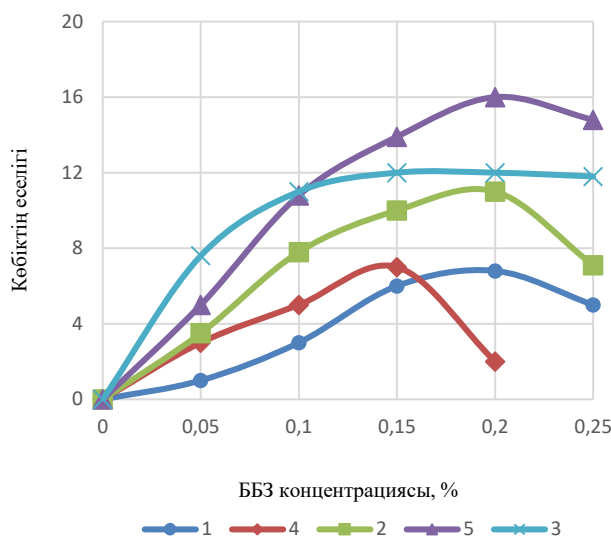
Әрлеу көбігінің еселігі мен тұрақтылығының оңтайлы мәндері метаупонды көбіктендіргіш ретінде қолданған кезде байқалады, метаупонның (олеин қышқылының метилтауриді) 0,15-0,20% концентрациясында максималды КТҚ және тұрақтандырушы әсері бар екендігі анықталды (1-сурет, 3-кесте).

Кесте 3

Қолданылатын көбік түзгіштердің сипаттамалары

№	ББЗ атауы	Класс	Химиялық құрам	Ерітіндінің рН0,1%	ККМ, моль/л
1	Дуапон 40	АПАВ	алкил полиглицоль натрий сульфаты	8,6	0,35
2	Превоцелл \\ЮР	НПАВ	алкилфенолдардың этилен оксидімен конденсациялану өнімі	7,8	0,63
3	Сульфосид-61	АПАВ + НПАВ	Анионды-белсенді және ионды емес өнімдердің қоспасы	6,6	1,13
4	Тегістеуші А	КПАВ	алкилфенолдың диэтиламинометилполиглицоль эфирінің төрттік тұзы	5,8	0,85
5	Метаупон	АПАВ	метиолеин қышқылы тауриді	8,5	0,44

Зерттелген $R(C_{10}-C_{16})-C-CH_2CH_2OH$ қосылысы белсенді гидроксил тобының және азот атомының болуына байланысты айқын гидрофильдік қасиеттерді көрсетеді. Бұл көбік жүйелерінің сулы фазасымен тиімді әрекеттесуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ұзын көмірсутекті радикал молекулалардың мицеллаларға өзін-өзі ұйымдастыруына ықпал етеді, олар үш өлшемді желіні құра отырып, суды ұстап, көбік ішінде ұстайды. Осылайша, қосылыс бір уақытта тұрақтандырғыш және көбік құрылымын қалыптастырушы ретінде қызмет етеді.



1 – дуапон 40; 2 – превоцелл \\\text{ЮР}; 3 – сульфосид-61; 4 – тегістеуші А; 5 – метаупон.

Сурет 1. Әр түрлі көбіктендіргіштердегі кешенді әрлеу аппретінің көбіктенуі

Моноэтаноламинді (МЭА) көбік түзетін құрамға енгізу көбіктің жартылай шығарылу кезеңін 20-30 минуттық оңтайлы мәнге дейін арттырады. Көбік төзімділігінің бұл жоғарылауы аппликация әдісімен орындалатын бетінің тығыздығы 200-300 г/м² аралас құрамды (целлюлоза және полиэстер) маталарды өңдеу кезінде өте маңызды [14]. Тұтқырлықтың жоғарылауымен көбіктен сұйықтықтың ағу жылдамдығы төмендейтіні тәжірибе жүзінде анықталған. Бұл бақылау П.М.Кругляков пен Б.Р. Таубенің көбіктен сұйық ағынының жылдамдығын оның тұтқырлығына кері пропорционалды қатынаспен байланыстыратын теориялық тұжырымдарына толық сәйкес келеді. Мұндай ағын ламинарлы болған жағдайда бұл тәуелділік Пуазейль теңдеуінің бір түрімен сипатталады:

$$V = K \cdot \frac{\Delta P}{\eta} \quad (4)$$

мұнда, V – көбіктен сұйықтықтың көлемдік шығыны, м³/с; K – капиллярдың геометриялық өлшемдерін ескеретін коэффициент; ΔP – капилляр ұштарындағы қысым айырмашылығы; η – ағып жатқан сұйықтықтың динамикалық тұтқырлығы, Пас.

Реологиялық өлшеулермен расталған МЭА енгізу есебінен жүйе тұтқырлығының жоғарылауы тығызырақ және тұрақты көбіктің пайда болуына әкеледі. Бұл көпіршіктердің пленкалары арасында сұйықтық ағуының қиындығына байланысты. Сондықтан көбікті мөлшерлеу агентін жасау үшін көбік түзгіштер қосымша қолданылады (метаупон 0,1-0,2%, сульфоксид 61, превоцелл және басқа да заманауи беттік белсенді заттар) және белгілі бір концентрацияларда көбік тұрақтандырғыш МЭА қолданылады.

Матаның әрлеу сапасын анықтайтын әрлеу көбігінің негізгі сипаттамаларының бірі оның дисперсті құрамы болып табылады. Оңтайлы

нәтижелерге қол жеткізу үшін көпіршіктердің мүмкіндігінше біркелкі таралуы бар көбік алуға тырысу керек. Зерттелетін көбіктер үшін оңтайлы көпіршік өлшемі 110-140 мкм. Бұл дисперсті композиция матаның біркелкі сіндіруін қамтамасыз етеді және жоғары сапалы әрлеуді алуға ықпал етеді. Белгіленген сипаттамалары бар көбік алу үшін әртүрлі әдістер қолданылады, соның ішінде жоғары жылдамдықты гомогенизация және сұйықтықтағы ауаның тиімді алынуын және таралуын қамтамасыз ететін арнайы көбік генераторларын пайдалану.

Рейнольдс теңдеулерін талдау:

$$Re_{\mu} = \frac{Nd^2\rho}{\mu} \quad (5)$$

Сұйық және жабдық геометриясының тұрақты физикалық-химиялық қасиеттерімен (ρ – тығыздық, μ – тұтқырлық) ауа дисперсиясының қарқындылығы көбік генераторының айналмалы элементтерімен жасалған гидродинамикалық жағдайлармен анықталатынын көрсетеді. Ротордың айналу жиілігі (N) турбуленттілік қарқындылығына, демек, пайда болатын көпіршіктердің өлшеміне әсер ететін негізгі параметр болып табылады.

Қорытынды. Зерттеулер маталарды өңдеу үшін көбік композицияларын қолданудың тиімділігін растады. Нәтижесінде оңтайлы көбік формуласы әзірленді, оның ішінде беттік белсенді заттар мен моноэтаноламин сияқты тұрақтандырғыштар. Моноэтаноламинді енгізу жүйенің тұтқырлығын арттыруға және көбік тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік берді. Жасалған технологияның технологиялық операциялардың санын азайту, ресурстарды тұтынуды азайту және маталардың өнімділік сипаттамаларын жақсарту сияқты бірқатар артықшылықтары бар. Алынған нәтижелер тоқыма өнеркәсібін дамытудың жаңа перспективаларын ашады.

Реологиялық өлшеулермен расталған моноэтаноламин (МЭА) енгізу есебінен жүйе тұтқырлығының жоғарылауы тығызырақ және тұрақты көбіктің пайда болуына әкеледі. Бұл көпіршіктердің пленкалары арасында сұйықтық ағуының қиындығына байланысты. Сондықтан көбікті мөлшерлеу агентін жасау үшін көбік түзгіштер (метапон 0,1-0,2%, сульфоксид 61, превоцелл және басқа да заманауи беттік белсенді заттар) және белгілі бір концентрацияларда көбік тұрақтандырғыш МЭА қосымша қолданылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Пяткова, В.Е. Аппретирование тканей как одна из основных операций заключительной отделки материалов [Текст] / В.Е. Пяткова // Материалы XIII Международной научно-практической конференции: Экологические проблемы региона и пути их разрешения. – Москва, 2019. – С. 290-294.
2. Грабов, Л.Н. Способ аппретирования целлюлозосодержащей ткани [Текст] / Л.Н. Грабов, Э.С. Малкин, А.М. Шафир // Авторское свидетельство SU 1643637 A1, 23.04.1991. Заявка № 4470321 от 02.08.1988.
3. Булгаков, Б.А. Аппретированное углеродное волокно и способ его получения [Текст] / Б.А. Булгаков, А.В. Бабкин, А.В. Кепман, В.В. Авдеев, П.Б. Джеваков, Р.Ф. Коротков // Патент на изобретение RU 2694030 C2, 08.07.2019. Заявка № 2017137965 от 31.10.2017.
4. Gulrajani M.L. Emerging techniques for functional finishing of textiles// Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR). – 2011. – Vol. 36.
5. Скобова, Н.В. Исследование пропитывающих свойств водных дисперсий полимеров при аппретировании хлопчатобумажных тканей [Текст] / Н.В.

- Скобова, Н.Н. Ясинская, Т.С. Козодой // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2020. – № 3(49). – С. 91-94.
6. Никитина, Л.Л. Современные полимерные композиции для отбеливания и окончательной отделки текстильных материалов [Текст] / Л.Л. Никитина, О.Е. Гаврилова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 20(16). – С. 119-122.
 7. Ibrahim N. A., Abo-Shosha M.H., Elnagdy E.I., Gaffar M.A. Eco-friendly durable press finishing of cellulose-containing fabrics// Journal of Applied Polymer Science. – 2002. – Vol. 84. – Issue 12. – P. 2243-2253.
 8. Ленько, К.А. Модифицированная методика определения тангенциального сопротивления методом наклонной плоскости тканей различной плотности после аппретирования [Текст] / К.А. Ленько, Н.Н. Ясинская, Н.В. Скобова, Ю.И. Марущак // Сборник научных трудов по материалам Круглого стола с международным участием: Теория и практика экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции. – Москва, 2021. – С. 171-176.
 9. Mohamed Hashem, Nabil A. Ibrahim, Wfaa A. El-Sayed, Shereef El-Husseiny, Elham El-Enany // Carbohydrate Polymers. – 2009. – Vol. 78. Issue 3. – P. 502-510.
 10. Лобова, Л.В. Исследование влияния аппретирования на сохранность шёлковых тканей [Текст] / Л.В. Лобова, В.И. Кобякова, И.А. Казиев // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2014. – № 3(25). – С. 57-61.
 11. Михайлова, В.Е. Разработка безопасных аппретирующих составов для комплексной заключительной отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов [Текст] / В.Е. Михайлова, В.А. Епишкина, Р.Н. Целмс, В.К. Васильев // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2018. – № 2. – С.59-65.
 12. Reshma A., BrindhaPriyadarisin V., Amutha K. Sustainable antimicrobial finishing of fabrics using natural bioactive agents - a review // Int. J. Life Sci. PharmaRes. – 2018. – Vol. 8(4). – P. (L) 10-20
 13. Purwar R. Joshi M. Recent Developments in Antimicrobial Finishing of Textiles--A Review// AATCC Review. – 2004. – Vol 4. – Issue 3. – P. 22
 14. Епишкина, В.А. Комплексная технология отделки тканей специального назначения [Текст] / В.А. Епишкина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2011. – № 2. – С.17-20.

Материал редакцияға 28.11.24 түсті, 19.02.25 қабылданды.

А.А. Ешжанов¹, Ш.М. Әбихан¹, Г.К. Мурзабаева¹, С.Р. Ермаков¹

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АППРЕТИРОВАНИЯ ТКАНЕЙ ВСПЕННЫМИ КОМПЛЕКСНЫМИ АППРЕТАМИ

Аннотация. В работе представлена новая технология отделки тканей, основанная на использовании пенообразователей. Показано, что однократная пропитка ткани пенным составом позволяет существенно сократить количество технологических операций, снизить расход воды, энергии и химикатов, а также повысить качество готовой продукции. В результате исследований разработана оптимальная рецептура пенообразователя, обеспечивающая получение тканей с высокой огнестойкостью, гидрофобностью и стойкостью к истиранию. Предлагаемая технология экологически безопасна и экономична.

Увеличение вязкости системы за счет введения моноэтаноламина (МЭА), подтвержденное реологическими измерениями, приводит к образованию более плотной и стабильной пены. Это связано с затруднением течения жидкости между пленками пузырьков. Поэтому для создания пенообразователя дополнительно используют пенообразователи (метапон 0,1-0,2%, сульфоксид 61, превоселл и другие современные ПАВ) и стабилизатор пены МЭА в определенных концентрациях.

Ключевые слова: отделка тканей, пенообразователи, концентрация пены, стабилизаторы, огнестойкость, гидрофобность.

A.A. Yeshzhanov¹, Sh.M. Abihan¹, G.K. Murzabayeva¹, S.R. Ermekov¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

RESEARCH ON THE EFFICACY OF FOAM-BASED COMPOUND FINISHING FOR FABRICS

Abstract. In this work, a new fabric finishing technology based on the use of foaming agents is presented. It is shown that a single impregnation of the fabric with a foam composition can significantly reduce the number of technological operations, reduce the consumption of water, energy, and chemicals, as well as improve the quality of the finished product. As a result of the research, an optimal foaming agent formulation has been developed, providing fabrics with high fire resistance, hydrophobicity, and abrasion resistance. The proposed technology is environmentally friendly and economical.

An increase in the viscosity of the system due to the introduction of monoethanolamine (MEA), confirmed by rheological measurements, leads to the formation of a denser and more stable foam. This is due to the difficulty of fluid flow between the bubble films. Therefore, to create a foam former, additional foaming agents (metaupon 0.1-0.2%, sulfoxide 61, prevosell and other modern surfactants) and a foam stabilizer MEA are used in certain concentrations.

Keywords: textile finishing, foam-forming agents, foam density, foam stabilizers, flame retardancy, water repellency.

References

1. Pyatkova, V.Ye. Appretirovaniye tkaney kak odna iz osnovnykh operatsiy zaklyuchitel'noy otdelki materialov [Finishing of fabrics as one of the main operations of final finishing of materials] // Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference: Ekologicheskiye problemy regiona i puti ikh razresheniya [Environmental Problems of the Region and Ways to Solve Them]. – Moscow, 2019. – P. 290-294. [in Russian].
2. Grabov L.N., Malkin E.S., Shafir A.M. Sposob appretirovaniya tsellyulozoderzhashchey tkani [Method of finishing cellulose-containing fabric] / L.N. Grabov, // Author's certificate SU 1643637 A1, 23.04.1991. Application No. 4470321 dated 02.08.1988. [in Russian].
3. Bulgakov B.A., Babkin A.V., Kepman A.V., Avdeyev V.V., Dzhevakov P.B., Korotkov R.F. Appretirovannoye uglerodnoye volokno i sposob yego polucheniya [Finished carbon fiber and method for its production] // Patent for invention RU 2694030 C2, 08.07.2019. Application No. 2017137965 dated 31.10.2017. [in Russian].
4. Gulrajani M.L. Emerging techniques for functional finishing of textiles// Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR). – 2011. – Vol. 36.
5. Skobova N.V., Yasinskaya N.N., Kozodoy T.S. Issledovaniye propityvayushchikh svoystv vodnykh dispersiy polimerov pri appretirovanii khlopchatobumazhnykh tkaney [Study of impregnating properties of aqueous polymer dispersions in finishing of cotton fabrics] // News of higher educational institutions. Light industry technology. – 2020. – No. 3(49). – P. 91-94. [in Russian].
6. Nikitina L.L., Gavrilova O.Ye. Sovremennyye polimernyye kompozitsii dlya otbelivaniya i okonchatel'noy otdelki tekstil'nykh materialov [Modern polymer

- compositions for bleaching and finishing of textile materials] // Bulletin of Kazan Technological University. – 2013. – No. 20(16). – P. 119-122. [in Russian].
7. Ibrahim N. A., Abo-Shosha M.H., Elnagdy E.I., Gaffar M.A. Eco-friendly durable press finishing of cellulose-containing fabrics// Journal of Applied Polymer Science. – 2002. – Vol. 84. – Issue 12. – P. 2243-2253.
 8. Len'ko K.A., Yasinskaya N.N., Skobova N.V., Marushchak YU.I. Modifitsirovannaya metodika opredeleniya tangentsial'nogo soprotivleniya metodom naklonnoy ploskosti tkaney razlichnoy plotnosti posle appretirovaniya [Modified Method for Determining Tangential Resistance by the Inclined Plane Method of Fabrics of Different Density after Finishing] // Collection of scientific papers based on the materials of the Round Table with international participation: Teoriya i praktika ekspertizy, tekhnicheskogo regulirovaniya i podtverzhdeniya sootvetstviya produktsii [Theory and practice of examination, technical regulation and confirmation of product conformity]. – Moscow, 2021. – P. 171-176. [in Russian].
 9. Mohamed Hashem, Nabil A. Ibrahim, Wfaa A. El-Sayed, Shereef El-Husseiny, Elham El-Enany // Carbohydrate Polymers. – 2009. – Vol. 78. Issue 3. – P. 502-510.
 10. Lobova L.V., Kobayakova V.I., Kaziyeu I.A. Issledovaniye vliyaniya appretirovaniya na sokhrannost' sholkovykh tkaney [Study of the effect of finishing on the safety of silk fabrics] // News of higher educational institutions. Technology of light industry. – 2014. – No 3(25). – P. 57-61. [in Russian].
 11. Mikhaylova V.Ye., Yepishkina V.A., Tselms R.N., Vasil'yev V.K. Razrabotka bezopasnykh appretiruyushchikh sostavov dlya kompleksnoy zaklyuchitel'noy otdelki tsellyulozosoderzhashchikh tekstil'nykh materialov [Development of safe finishing compositions for complex final finishing of cellulose-containing textile materials] // Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and technical sciences. – 2018. – No. 2. – P. 59-65. [in Russian].
 12. Reshma A., BrindhaPriyadarisin V., Amutha K. Sustainable antimicrobial finishing of fabrics using natural bioactive agents - a review // Int. J. Life Sci. PharmaRes. – 2018. – Vol. 8(4). – P. (L) 10-20.
 13. Purwar R. Joshi M. Recent Developments in Antimicrobial Finishing of Textiles--A Review// AATCC Review. – 2004. – Vol 4. – Issue 3. – P. 22.
 14. Yepishkina, V.A. Kompleksnaya tekhnologiya otdelki tkaney spetsial'nogo naznacheniya [Integrated technology for finishing special-purpose fabrics] // Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences. – 2011. – No. 2. – P. 17-20. [in Russian].