

Научная статья  
УДК 678

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОЙ КАМФОРЫ В КАЧЕСТВЕ ПЛАСТИФИКАТОРА ДЛЯ АЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

**Кристина Алексеевна Усова<sup>1</sup>, Евгений Евгеньевич Воронцов<sup>2</sup>, Алексей Евгеньевич Шкуро<sup>3</sup>, Виктор Владимирович Глухих<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> usovaka@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> vorontsovee@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> shkuruae@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> gluhihvv@m.usfeu.ru

**Аннотация.** В данной работе исследовано влияние трибутилфосфата и синтетической камфоры на показатель текучести расплава пластифицированного ацетат целлюлозы.

**Ключевые слова:** трибутилфосфат, синтетическая камфора, показатель текучести расплава, триацетин, ацетата целлюлозы

**Для цитирования:** Исследование возможности применения синтетической камфоры в качестве пластификатора для ацетата целлюлозы / К. А. Усова, Е. Е. Воронцов, А. Е. Шкуро, В. В. Глухих // Деревообработка : технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2023. С. 146–149.

Scientific article

## STUDY OF THE POSSIBILITY OF SYNTHETIC CAMPHOR USE AS A PLASTICIZER FOR CELLULOSE ACETATE

**Kristina A. Usova<sup>1</sup>, Evgeny E. Vorontsov<sup>2</sup>, Aleksey E. Shkuro<sup>3</sup>, Viktor V. Glukhikh<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> usovaka@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> vorontsovee@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> shkuruae@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> gluhihvv@m.usfeu.ru

**Abstract.** In this paper, the effect of tributyl phosphate and synthetic camphor on the fluidity index of the melt of plasticized cellulose acetate was studied.

**Keywords:** tributyl phosphate, synthetic camphor, melt flow index, triacetin, cellulose acetate

**For citation:** Investigation of the possibility of using synthetic camphor as a plasticizer for cellulose acetate / K. A. Usova, E. E. Vorontsov, A. E. Shkuro, V. V. Glukhikh // Woodworking : technologies, equipment, management of the XXI century. 2023. p. 146–149.

Для повышения подвижности и гибкости структурных элементов таких жесткоцепных полимеров, как эфиоцеллюлозные пластики, в их состав вводят пластификаторы, представляющие собой органические соединения, не вступающие в химическую реакцию с эфирами целлюлозы и придающие эфиоцеллюлозным пластикам пластичность, увеличивающие интервал высокоэластичного состояния, улучшающие морозостойкость [1].

Поскольку ацетат целлюлозы (АЦ) является хрупким и термически разлагается до того, как достигнет точки размягчения, пластификация необходима для снижения температуры стеклования полимерной матрицы и улучшения физических свойств. На заре производства АЦ было испытано множество добавок в попытке найти эффективные пластификаторы. Основными характеристиками подходящих пластификаторов являются совместимость с полимером и стойкость в матрице [2].

Простые триглицериды, такие как триацетин, используются для ускорения скорости разложения. Высокая температура кипения триацетина может снизить потери пластификатора при обработке расплава.

Считается, что АЦ и продукты его деградации безопасны для окружающей среды, однако миграция некоторых распространенных пластификаторов АЦ, особенно фосфатов, может оказать негативное влияние на наше здоровье и окружающую среду [3, 4]. В результате растет интерес к использованию пластификаторов на биологической основе, характеризующихся низкой токсичностью или отсутствием токсичности, устойчивостью и доступностью.

Таким пластификатором может быть камфора. Камфора широко распространена в природе, входит в состав многих эфирных масел. В промышленности получают синтетическую камфору из скипидара ( $\alpha$ -пинена). Широко применяется как пластификатор для нитрата целлюлозы и в качестве добавки к бездымному пороху для улучшения его стабильности и стойкости к внешним воздействиям [5].

Целью данной работы являлось изучение возможности применения синтетической камфоры в качестве замены токсичных органических эфиров ортофосфорной кислоты, используемых в качестве пластификаторов для триацетата целлюлозы. В задачи исследования входило получение серии образцов пластифицированного ацетата целлюлозы с различным содержанием синтетической камфоры и установление закономерностей влияния ее содержания на показатель текучести расплава АЦ.

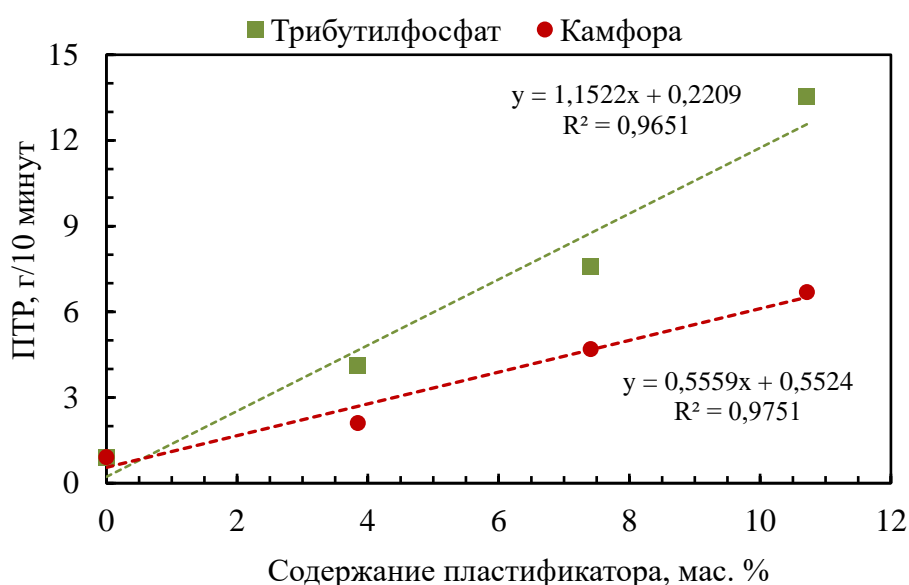
В качестве основного сырья был использован триацетат целлюлозы (на основе хлопковой целлюлозы; ТУ 6-05-943–75). В качестве пластификаторов использовались триацетат глицерина (триацетин; ТУ 2435-070-00203521–2001), трибутиловый эфир фосфорной кислоты (трибутилфосфат, ТБФ; ТУ 18-09-8783–87) и камфора синтетическая (ГОСТ 20490–75).

Для исследования влияния содержания пластификаторов на текучесть (вязкость) расплава АЦ была получена серия композиций согласно следующим рецептурам (таблица).

Рецептуры исследованных композиций

№ опыта	Содержание компонента, мас. %			
	Ацетат целлюлозы	Триацетин	Трибутилфосфат	Камфора
1	80,0	20,0	0,0	0,0
2	76,9	19,2	3,8	0,0
3	74,1	18,5	7,4	0,0
4	71,4	17,9	10,7	0,0
5	80,0	20,0	0,0	0,0
6	76,9	19,2	0,0	3,8
7	74,1	18,5	0,0	7,4
8	71,4	17,9	0,0	10,7

Показатель текучести расплава (ПТР) используемых в работе полимерных материалов определялся при температуре 190 °С и нагрузке 5,0 кг на приборе ИИРТ-А по ГОСТ 11645–73. Результаты определения ПТР пластифицированного ацетата целлюлозы представлены на рисунке.



Результаты определения показателя текучести расплава образцов пластифицированного ацетата целлюлозы

В результате проведения исследования были установлены закономерности влияния содержания пластификаторов на текучесть расплава АЦ. Изменение содержания трибутилфосфата влияет на ПТР ацетата целлюлозы линейно согласно уравнению регрессии  $y = 1,1522x + 0,2209$  с коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,9651$ . Для зависимости текучести расплава АЦ от содержания синтетической камфоры характерна линейная регрессия вида  $y = 0,559x + 0,5524$  с коэффициентом  $R^2 = 0,9751$ .

Обе зависимости обладают высокой точностью описания экспериментальных данных физической модели. Для обоих пластификаторов с увеличением их содержания наблюдается рост текучести расплава. Судя по тангенсу угла наклона, использовать трибутилфосфат в два раза эффективнее в качестве пластификатора. Полученные данные свидетельствуют о возможности замены токсичного трибутилфосфата на синтетическую камфору при переработке ацетата целлюлозы и композитов на его основе.

## Список источников

1. Новые пластификаторы для эфиров целлюлозы / С. А. Искандерова и др. // Пластические массы. 2020 . № 1–2 . С. 15–16.
2. Assessment of the composition and condition of animation cels made from cellulose acetate / M. T. Giachet [et al.] // Polymer Degradation and Stability. 2014. Vol. 107. P. 223–230.
3. Yadav N., Hakkarainen M. Degradable or not? Cellulose acetate as a model for complicated interplay between structure, environment and degradation // *Chemosphere*. 2021 Vol. 265. P. 1–9.
4. Кудрявцев А. Д., Шкуро А. Е., Кривоногов П. С. Исследование физико-механических свойств ацетилцеллюлозных этролов // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 12. С. 28–31.
5. Нейланд О. Я. Органическая химия. М. : Высшая школа, 1990. 751 с.

## References

1. New plasticizers for cellulose ethers / S. A. Iskanderova [et al.] // Plastic masses. 2020. No. 1–2. P. 15–16. (in Russ.)
2. Assessment of the composition and condition of animation cels made from cellulose acetate / M. T. Giachet [et al.] // Polymer Degradation and Stability. 2014. Vol. 107. P. 223–230.
3. Yadav N., Hakkarainen M. Degradable or not? Cellulose acetate as a model for complicated interplay between structure, environment and degradation // *Chemosphere*. 2021 Vol. 265. P. 1–9.
4. Kudryavtsev A.D., Shkuro A. E., Krivonogov P. S. Investigation of physico-mechanical properties of acetylcellulose etrols // Bulletin of the Technological University. 2019. Vol. 22. No. 12. P. 28–31. (in Russ.)
5. Neyland O. Ya. Organic chemistry. Moscow : Higher school, 1990. 751 p.