

**Таблица – Физико-химические показатели сельдерея, подвергнутого обработке  
(параметры режимов соответствуют кривым 1-3 рис.2)**

Режим обработки	$a_w$	Массовая доля влаги, %	Массовая доля кислот, %	Массовая доля витамина С, %
Сырье	90,4	0,86	0,28	0,03
1	13,6	0,59	1,52	0,20
2	12,7	0,59	1,53	0,22
3	13,9	0,55	1,80	0,20

Таким образом, в результате исследований показана возможность интенсификации процесса дегидратации растительных материалов, на примере корневого сельдерея, сокращения продолжительности его сушки в виброкипящем слое при рациональном ИК-конвективном подводе теплоты со ступенчатым уменьшением плотности лучистого потока во времени. Физико-химические показатели качества продукта свидетельствуют о том, что исследованные нестационарные ИК-конвективные режимы дегидратации способствуют сохранению органических кислот.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Практические рекомендации по поддержанию здорового питания. Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Дата доступа: 01.03.2024.
2. Храмова Е. А. Целебные свойства фруктов и овощей / Е. Храмова – Санкт-Петербург: Издательство Литагент «Олма Медиа», 2012. – 181 с.

УДК 676.044:665.947.2

Я. В. Боркина, мл. науч. сотр.;  
В. Л. Флейшер, зав. кафедрой ХПД, канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

#### **АМФИФИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ТЕХНОЛОГИИ БУМАГИ И КАРТОНА**

Амфифильные вещества (иначе дифильные) – вещества, обладающие одновременно лиофильными (в частности, гидрофильными) и лиофобными (гидрофобными) свойствами.

К применяемым при производстве бумаги и картона амфифильным веществам относят ПАВы и проклеивающие вещества. ПАВы входят в состав крепирующих смесей, пеногасителей; являются эмульгаторами проклеивающих веществ, флотореагентами.

Особое значение при производстве бумаги и картона имеют проклеивающие вещества. Их относят к амфифилам, т. к. они имеют в структуре гидрофобные группы, обеспечивающие волокнам целлюлозы водоотталкивающие свойства, и гидрофильные, отвечающие за ориентацию проклеивающего вещества в структуре бумаге.

При проведении проклейки бумаги и картона в кислой среде использовались клеи на основе резинатов натрия – натриевых солей смоляных кислот (марки ТМ, ЖМ, ЭМ), являющихся анионными ПАВами [1]. Их свойства, особенности применения и механизм взаимодействия с волокнами описаны в классической литературе [1–4].

При переходе к нейтральному способу производства бумаги и картона (конец XX – начало XXI вв.) традиционно применяемые канифольные клеи оказались неэффективными вследствие снижения положительного заряда гидроксоформ соединений алюминия в указанном интервале рН. Распространение получили т. н. канифольные дисперсии (марки ТМВС-2, «Fennosize RS», «Hi-pHase»), по сути представляющие собой продукты с содержанием сухих веществ около 30%, дисперсная фаза которых представлена свободными смоляными кислотами канифоли и/либо ее производными являющимися амфифильными соединениями, и/либо частично нейтрализованной канифолью [5] (80–90%) и стабилизирована химическим веществом, несущим поверхностный заряд, определяющий тип дисперсии (катионная / анионная). Стабилизаторами образующихся дисперсий выступают полистирол-акриламид [6]; полиамидамин-этиленминэпихлоргидрино-вая смола [7]; катионный крахмал [8] (катионные дисперсии); казеинат аммония [6] (анионные) или ПАВы. Размер частиц таких дисперсий составляет 0,1–0,5 мкм.

Помимо традиционно используемых аддуктов канифоли с определенными соединениями (с малеиновым ангидридом [9]; параформальдегидом [10]; фумаровой кислотой («Fennosize RS KN 12/35A») [5]) для получения проклеивающих веществ для бумаги и картона стали использовать ее эфиры и азотсодержащие производные.

В качестве этерифицирующих агентов выступают алкилгалогениды [11]; многоатомные спирты (пентаэритрит [12], глицерин [13]); моноэфиры малеинового ангидрида и высших алифатических n-спиртов фракции C<sub>12</sub>–C<sub>18</sub> (ТМВС-2Н) [14]; полипропиленгликолем [15] и др. Эфиры канифоли, в особенности продукты этерификации малео-/фумаропимаровой кислоты высшими жирными спиртами, обладают высокими гидрофобностью и гидрофильностью (благодаря присутствию

сложноэфирной и свободных карбоксильных групп), за счет чего являются хорошими проклеивающими веществами, а дисперсии на их основе имеют хорошую стабильность [13; 16].

Для получения азотсодержащих производных, в первую очередь, амидов, смоляные кислоты канифоли, а также ее малеопимаровые аддукты модифицируют алканаминами (например, моноэтаноламином (ТМАС-3Н) [17]; триэтаноламином [18]; диэтаноламином [13]); полиалкиленполиаминами [8]; полиэтиленiminaми [18].

Механизм проклейки бумаги и картона канифольными дисперсиями отличается от механизма проклейки канифольным мылом отсутствием химической реакции между ионами алюминия и смоляными кислотами в водно-волокнутой суспензии.

Преимуществами таких канифольных дисперсий являются хорошая стабильность и возможность их использования для гидрофобизации бумаги и картона в нейтральной среде, причем эффективность проклейки зависит не только от степени модифицирования, но и от структуры модифицирующего агента [11].

По нашему мнению, к веществам, используемым в производстве бумаги и картона и обладающим амфифильными свойствами, следует относить полиамидную смолу (ТМ «ПроХим DUO») [18], представляющую собой продукт поликонденсации смоляных кислот канифоли, диэтилентриамина и адипиновой кислоты. За счет присутствия в структуре амидо- и аминогрупп и гидрофенантренового скелета смоляных кислот указанная смола оказывает на бумагу и картон упрочняющее и частично гидрофобизирующее действие, что позволяет заменить упрочняющие вещества при их изготовлении и снизить расход проклеивающих веществ на 20%.

Улучшенными проклеивающими свойствами обладает разработанная на кафедре химической переработки древесины модифицированная полиамидная смола [19], основным компонентом которой являются N-замещенные полиаминоамиды, представляющие собой амфифильные вещества. Гидрофобная часть макромолекул, представленная остатками смоляных и малеопимаровой кислот, обеспечивает гидрофобизирующее действие смолы на бумажные массы, гидрофильная – полиаминоамиды на основе адипиновой кислоты и диэтилентриамина – обуславливает адсорбцию смолы на волокнах целлюлозы и повышение физико-механических свойств бумаги и картона. Использование модифицированной полиамидной смолы при изготовлении целлюлозосодержащих

композиционных материалов из макулатуры позволяет заменить упрочняющие и гидрофобизирующие вещества без ухудшения качества продукции.

Таким образом, амфифильные вещества традиционно применяются в технологии бумаги и картона. Перспективным и актуальным, на наш взгляд, является применение новых амфифильных веществ (полиамидная смола), а также создание новых продуктов на их основе, способных оказывать на бумагу и картон несколько функциональных действий (модифицированная полиамидная смола).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Энгельгардт Г., Гранич К., Риттер К. Проклейка бумаги: пер. с нем. М.: Лесная промышленность, 1975. 224 с.
2. Крылатов Ю.А., Ковернинский И.Н. Проклейка бумаги. М.: Лесная промышленность, 1987. 288 с.
3. Черная Н.В., Ламоткин А.И. Проклейка бумаги и картона в кислой и нейтральной среде. Минск: БГТУ, 2003. 345 с.
4. Иванов С.Н. Технология бумаги. Изд. 3-е. М.: Школа бумаги, 2006. 696 с.
5. Method for sizing paper with a rosin/hydrocarbon resin size: EP 0719893 A2. Date of appl.: 22.12.1995; publ. date: 03.07.1996. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=EP12763456&\\_cid=P2-0-LORD7B-12618-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=EP12763456&_cid=P2-0-LORD7B-12618-1) (date of access: 23.09.2022).
6. Rosin emulsion: pat. US 6369119 B1. Date of appl.: 07.04.2000; publ. date: 09.04.2002. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US39735891&\\_cid=P20-LORDEO-16647-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US39735891&_cid=P20-LORDEO-16647-2) (date of access: 07.06.2021).
7. Cationic dispersions of fortified and modified rosins for use as paper sizing agents: pat. US 6042691 A. Date of appl.: 08.12.1998; publ. date: 28.03.2000. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US39257126&\\_cid=P20-LORDMI-20849-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US39257126&_cid=P20-LORDMI-20849-1) (date of access: 07.07.2020).
8. Fortified paste rosin size containing a dissolved content of a cationic watersoluble polyalkylenepolyamine: pat. US 3526524 A. Date of appl.: 14.07.1967; publ. date: 01.09.1970. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US36448117&\\_cid=P20-LORDQ2-22734-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US36448117&_cid=P20-LORDQ2-22734-1) (date of access: 25.09.2022).
9. Bildik Dal A.E., Hubbe M.A., Pal L. Cationic emulsion of maleic anhydride derivatives of oleic acid and abietic acid for hydrophobic sizing of paper // TAPPI Journal. – 2020. – Vol. 19, no. 6. – P. 281–290. DOI:

<https://doi.org/10.32964/TJ19.6.281>.

10. Sizing compositions comprising fortified rosin and their preparation and use in paper: pat. US 3906142 A. Date of appl.: 22.01.1974; publ. date: 16.09.1975. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US-36798586&\\_cid=P20-LORD47-10995-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US-36798586&_cid=P20-LORD47-10995-1) (date of access: 22.03.2021).

11. Wang F., Tanaka H., Wu Zh. Preparation and sizing properties of neutral rosin size // *Chemistry and Industry of Forest Products*. 2000. Vol. 20, № 2. P. 27–33.

12. Bildik Dal A.E., Hubbe M.A., Pal L., Gule M.E. Crude Wood Rosin and Its Derivatives as Hydrophobic Surface Treatment Additives for Paper and Packaging // *ASC Omega*. 2020. № 5. P. 31559–31566. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/ascomega.0c03610>.

13. Wang F., Wu Z., Tanaka H. Preparation and sizing mechanisms of neutral rosin size II: functions of rosin derivatives on sizing efficiency // *Journal of Wood Science*. 1999. № 45. P. 475–480.

14. Бумажная масса, проклеенная в нейтральной среде: пат. 9473 ВУ. № а 20050058; заявл. 19.01.2005; опубл. 30.06.2007. 5 с.

15. Азаров В.И., Ковернинский И.Н., Ламоткин А.И., Керманян Х. Улучшение качества композиционных материалов на основе целлюлозы. Канифольная проклейка в массе как эффективный способ улучшения качества композиционных материалов на основе целлюлозы // *Лесной вестник*. 1999. № 1. С. 133–135.

16. Флейшер, В.Л. Технология амидоэфиров канифоли для проклейки бумаги и картона в нейтральной среде: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03. Минск, 2005. 153 с.

17. Imidized and amidized rosin compositions for paper sizes and other applications: pat. US 20110303376 A1. Date of appl.: 15.06.2010; publ. date: 15.12.2011. URL: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US-73429399&\\_cid=P20-LORDNZ-21609-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US-73429399&_cid=P20-LORDNZ-21609-1) (date of access: 25.09.2022).

18. Способ получения полиамидной смолы: пат. 21140 ВУ. № а 20140420; заявл. 30.07.2014; опубл. 30.06.2017. 9 с.

19. Флейшер В.Л., Боркина Я.В. Канифольная композиция с гидрофобизирующим и упрочняющим действием на бумагу // *Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология*. 2020. № 1 (229). С. 131–137.