

DOI: 10.58168/TBiEc2025_8-11

УДК 674.817

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ ПРИ ХРАНЕНИИ

CHANGES IN THE PROPERTIES OF CARBAMIDE-FORMALDEHYDE RESINS DURING STORAGE

Апанасеевич К.Н., студент группы ТЛК4-231-ОМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия. **Apanaseevich K.N.**, student of TLK4-231-OM group Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Кантиева Е.В., к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия. **Kantieva E.V.**, candidate of Technical Sciences, associate professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Пономаренко Л.В., к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия. **Ponomarenko L.V.**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: в данной статье анализируются изменения физико-химических свойств карбамидоформальдегидных смол, происходящие в процессе старения, и их влияние на технологические характеристики.

Abstract: this article analyzes the changes in the physico-chemical properties of carbamide-formaldehyde resins that occur during aging and their effect on technological characteristics.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола, хранение, вязкость, pH, время желатинизации, адгезия, прочность.

Keywords: carbamide-formaldehyde, storage, viscosity, pH, gelatinization time, adhesion, strength.

На сегодняшний день карбамидоформальдегидные смолы (КФС) являются наиболее распространенными и широко используемыми связующими веществами в деревообрабатывающей промышленности благодаря доступности и низкой стоимости исходных компонентов, а также высоким показателям прочности и твердости получаемых материалов [1]. Однако их недостатком является то, что срок жизнеспособности смолы составляет в среднем 2 месяца [2], что существенно ограничивает их применение и создает ряд проблем, связанных с транспортировкой, хранением и переработкой.

Этот факт обусловлен протекающими в процессе хранения реакциями старения, которые приводят к изменению физико-химических свойств смолы и, как следствие, к ухудшению ее технологических характеристик [3]. В связи с этим изучение процессов старения КФС и разработка методов повышения их стабильности являются актуальной научной и практической задачей.

КФС представляют собой продукты поликонденсации карбамида (мочевины) и формальдегида, протекающей в несколько стадий с образованием олигомеров и полимеров различной молекулярной массы и структуры. Свойства КФС зависят от множества факторов, включая мольное соотношение формальдегида и карбамида (Ф:К), pH среды, температуру, продолжительность реакции и наличие катализаторов. Регулируя эти параметры, можно получать смолы с различными характеристиками, адаптированными к конкретным условиям применения [1].

Структура КФС представляет собой сложную трехмерную сетку, образованную метиленовыми и метилольными группами, связывающими молекулы карбамида. Наличие свободного формальдегида и метилольных групп определяет реакционную способность смолы и ее способность отверждаться при нагревании или под действием катализаторов.

Старение КФС — это комплексный процесс, включающий в себя ряд параллельно протекающих химических реакций, которые приводят к изменению структуры и свойств смолы [3]. Наиболее заметные изменения проявляются в таких ключевых характеристиках, как вязкость, показатель pH, смешиваемость с водой и время желатинизации. Эти изменения оказывают существенное влияние на технологические свойства КФС, такие как, смачивающая способность, прочность клеевого соединения и уровень выделения формальдегида. Эти аспекты особенно важны в производстве фанеры, древесных плит, где даже незначительные отклонения от оптимальных параметров могут привести к снижению качества и экологической безопасности конечной продукции.

Оптимальная вязкость способствует лучшему смачиванию поверхности древесного материала, что необходимо для эффективной адгезии. Кроме того, вязкость обеспечивает лучшее проникновение смолы в поры материала, улучшая механическое сцепление, а также гарантирует равномерное нанесение смолы на поверхность, исключая подтеки и пропуски, что критически важно для получения качественного клеевого шва.

Показатель pH является важным параметром, поскольку он напрямую влияет на скорость реакций полимеризации и отверждения, а также на стабильность смолы. Оптимальный уровень pH способствует стабильности смолы при хранении, предотвращая нежелательные реакции полимеризации и гидролиза, которые могут привести к преждевременному отверждению или ухудшению свойств.

Время желатинизации при 100°C (или время гелеобразования) характеризует реакционную способность смолы и скорость отверждения, определяя, как долго клеевая смесь остается пригодной для использования после добавления катализатора. Увеличение

времени желатинизации свидетельствует о замедлении процессов отверждения, что может повлиять на производительность и качество клеевых соединений.

Опираясь на результаты авторов проведенных исследований по изменению физико-химических свойств КФС в процессе старения, можно отметить, что наблюдались значительные изменения в ключевых параметрах [4].

Например, вязкость смолы по вискозиметру ВЗ-4, которая изначально составляла 65 сек., через шестнадцать недель хранения увеличилась до 213 сек. у смолы с соотношением Ф:К 1,18. Смола с высоким содержанием формальдегида 1,51 более стабильна и диапазон значений вязкости в течение гарантийного срока хранения 65-75 сек. Увеличение вязкости при хранении смол, вероятно, связано с продолжением процессов полимеризации и конденсации, которые приводят к образованию более крупных молекул и повышению внутреннего трения.

В свою очередь, показатель pH мол во время хранения снижается. Такое снижение pH может указывать на протекание реакций гидролиза или выделение летучих кислотных веществ, влияющих на скорость отверждения.

Наконец, время желатинизации при 100°C значительно увеличилось, поднявшись с 60 до 152 сек. за 16 недель хранения у смолы с более низким мольным соотношением; и до 213 сек. у смолы с соотношением Ф:К 1,51. Это указывает на снижение реакционной способности смолы и замедление процесса отверждения, что может потребовать увеличения времени прессования или повышения температуры.

Стоит отметить колебательный характер изменения свойств КФС при хранении. Это указывает на неоднородность происходящих одновременно процессов поликонденсации и деструкции.

Таким образом, старение карбамидоформальдегидных смол является сложным и многофакторным процессом, приводящим к изменению их физико-химических и технологических свойств. Понимание механизмов старения и влияния различных факторов на скорость этого процесса позволяет разрабатывать эффективные методы стабилизации и увеличения срока службы КФС. Это позволит сократить потери материалов, повысить эффективность производства и обеспечить стабильное качество конечной продукции.

Список литературы

1. Доронин Ю.Г., Мирошниченко С.Н., Свиткина М.М. Синтетические смолы в деревообработке. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 224 с.
2. ГОСТ 1423–188. Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия. – Введ. 01.07.89. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 22 с.
3. Вшивков С. А., Балакин В. М., Коршунова Н. И., Русинова Е. В., Дубчак В. Н. Изменение структуры и свойств карбамидоформальдегидных олигомеров при старении // Высокомолекулярные соединения, Серия А. — 1995, Т. 37, № 1. — С. 56–59.

4. Глухих В.В., Буриндин В.Г., Коршунова Н.И., Войт В.Б., Балакин В.М. Изменение функционального состава и свойств карбамидоформальдегидных смол при хранении // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 1996. № 4 – 5. С. 154-159.

References

1. Doronin Yu.G., Miroshnichenko S.N., Svitkina M.M. Synthetic resins in woodworking. – 2nd ed., revised and additional – M.: Lesn. prom-st, 1987. – 224 p.
2. GOST 1423-188. Carbamide-formaldehyde resins. Technical specifications. – Introduction. 07/01/189. – Moscow: Publishing House of Standards, 1988. – 22 p.
3. Vshivkov S. A., Balakin V. M., Korshunova N. I., Rusinova E. V., Dubchak V. N. Changes in the structure and properties of carbamide-formaldehyde oligomers during aging // High—molecular compounds, Series A. — 1995, vol. 37, No. 1. pp. 56-59.
4. Glukhykh V.V., Buryndin V.G., Korshunova N.I., Voit V.B., Balakin V.M. Changes in the functional composition and properties of urea-formaldehyde resins during storage // News of higher educational institutions. Forest magazine. 1996. No. 4-5. pp. 154-159.