

Е. П. Шишаков, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,  
С. А. Гордейко, канд. техн. наук, доц.,  
В. Н. Сундукова, маг.,  
Д. С. Молочко, студ.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ КАРБАМИДОГЛИОКСАЛЕВЫХ ОЛИГОМЕРОВ НА ИХ СВОЙСТВА**

Древесные композиционные материалы (далее ДКМ), такие как древесностружечные плиты (далее ДСП), фанера и древесные пластики, находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Процесс производства ДКМ заключается в смешивании древесного сырья со связующим. В качестве связующего при производстве ДКМ применяют, главным образом, карбамидоформальдегидные (далее КФС) и меламиноформальдегидные смолы (далее МФС). В 2024 году в Республике Беларусь было произведено 1300 тыс. м<sup>3</sup> ДСП и 300 тыс. м<sup>3</sup> фанеры. Для производства данных видов ДКМ использовано 125 тыс. тонн смол, в том числе около 100 тыс. тонн КФС и 10 тыс. тонн МФС.

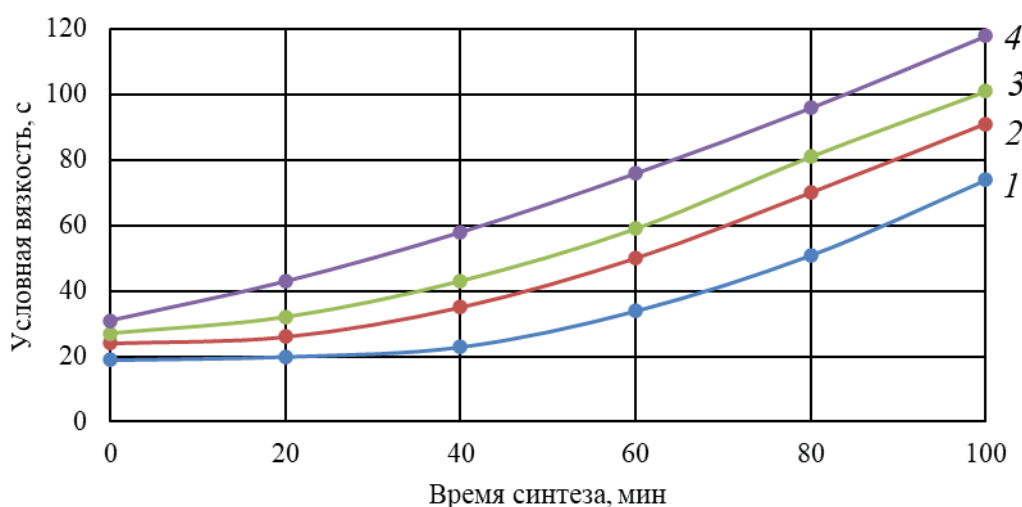
При использовании упомянутых выше смол готовые ДКМ содержат определенное количество свободного формальдегида – высокотоксичного соединения 1 класса опасности. Требования по снижению токсичности древесных композиционных материалов постоянно ужесточаются. Так в настоящее время запрещено производить плитные материалы с эмиссией формальдегида выше класса Е 1 (не более 8 мг формальдегида на 100 г изделия). Ведутся активные научные работы и технологические мероприятия для производства продукции класса Е 0.5 (выделение формальдегида не более 5 мг на 100 г изделия). В ближайшей перспективе ожидается введение требований по снижению эмиссии формальдегида до 3 мг на 100 г изделия. Существующие технологии синтеза и применения формальдегидных смол не способны обеспечить такие требования. Кроме того, использование новых видов смол с пониженным содержанием формальдегида привело к резкому (в 3–5 раз) снижению прочности плитных материалов, что было отражено в новом ГОСТ Р 53208 на древесностружечные плиты и пластики.

Решить проблему производства нетоксичных изделий, не содержащих формальдегида и имеющих хорошие прочностные и эстетические показатели, можно путем применения новых видов клеящих смол, в частности карбамидоглиоксальных смол (далее КГС). При их синтезе вместо формальдегида используется глиоксаль. В отличие от

формальдегида, глиоксаль является малолетучим, низкотоксичным соединением 3 класса опасности. По реакционной способности глиоксаль близок к формальдегиду и способен к образованию олигомеров, обладающих клеящими свойствами. В настоящее время производство глиоксаля активно развивается. Крупные промышленные предприятия по его получению построены в Китайской Народной Республике, Российской Федерации, Германии и ряде других стран.

В предыдущих исследованиях было установлено, что КГС обладают рядом ценных свойств: низкой токсичностью, высоким содержанием сухих веществ, хорошими прочностными свойствами. Однако, в ряде случаев, необходимо повысить водостойкость и термостойкость связующих. Эти свойства можно повысить путем модификации смол рядом реагентов: резорцином, дианом, меламином, фурановыми спиртами и рядом других веществ. Модификацию можно проводить как в процессе синтеза, так и введением модификаторов в готовые смолы. При этом в процессе хранения и использования таких смол происходит взаимодействие компонентов между собой с образованием шитого продукта.

На рис. 1 показано изменение условной вязкости КГС в процессе синтеза смол, модифицированных дианом.



1 – без добавок; 2 – добавка 5 % диана; 3 – добавка 10 % диана;  
4 – добавка 15 % диана

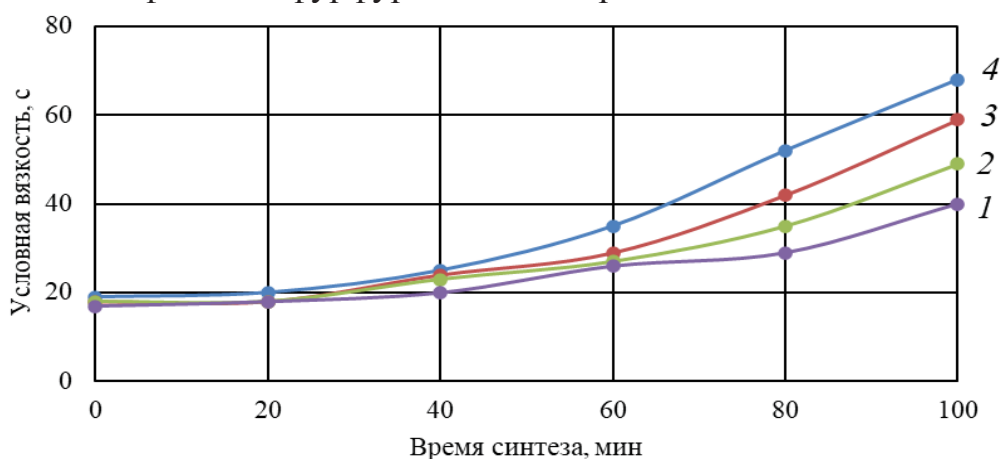
**Рисунок 1 – Изменение вязкости КГС при модификации дианом в процессе синтеза**

Из рис. 1 видно, что в течение первых 40 мин синтеза происходит плавное увеличение вязкости как исходных, так и модифицированных смол. При этом вязкость немодифицированной смолы увеличивается от 20 до 22 с. Вязкость модифицированных смол при этом времени синтеза увеличивается от 22 с до 38 с при дозировке диана

5 % и от 32 с до 60 с при дозировке диана 15 %. После 40 мин синтеза происходит более быстрое нарастание вязкости как исходной, так и модифицированных дианом смол. Особенно быстро реакция ускоряется при времени синтеза 80 мин и более.

Из литературы известна возможность модификации КФС гетероциклическими соединениями, в частности фурфуриловым спиртом. Фурфуриловый спирт является гетероциклическим соединением, имеющим одну метилольную группу, обладающую высокой реакционной способностью. Кроме того, фурфуриловый спирт очень хорошо растворяется как в воде, так и в органических жидкостях, что в значительной степени является универсальным свойством. Литературных данных по модификации фурфуриловым спиртом КГС в литературе не найдено.

На рис. 2 показано изменение вязкости КГС в процессе синтеза при их модификации фурфуриловым спиртом.

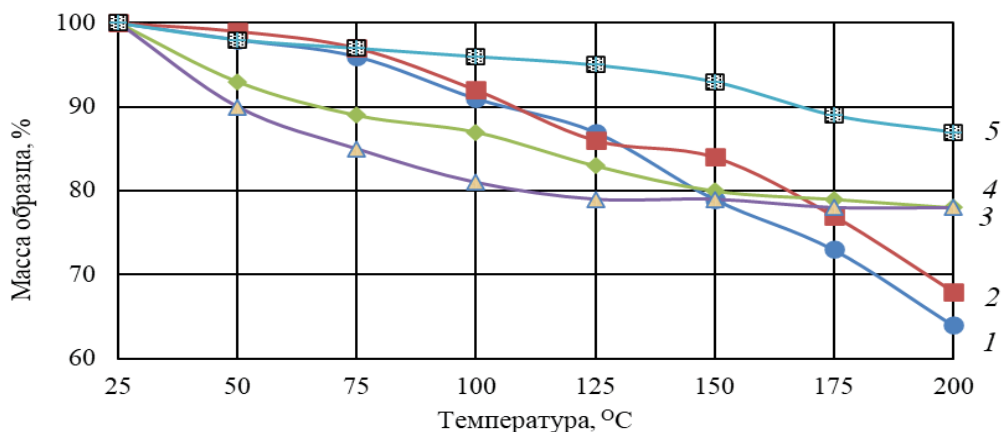


1 – добавке фурфурилового спирта 15 %; 2 – при добавке 10 %;  
3 – при добавке 5 %; 4 – без добавок

**Рисунок 2 – Изменение вязкости КГС при модификации фурфуриловым спиртом**

Анализируя рис. 2, можно сделать вывод о том, что чем больше дозировка фурфурилового спирта, тем ниже вязкость модифицированных смол. В этом отношении фурфуриловый спирт отличается от изученных ранее модификаторов: резорцина, диана и меламина.

В процессе нагрева смолы происходит их термическая деструкция, которая сопровождается уменьшением массы. На рис. 3 показано изменение массы высушенных образцов модифицированных смол при нагревании в течение 1 ч.

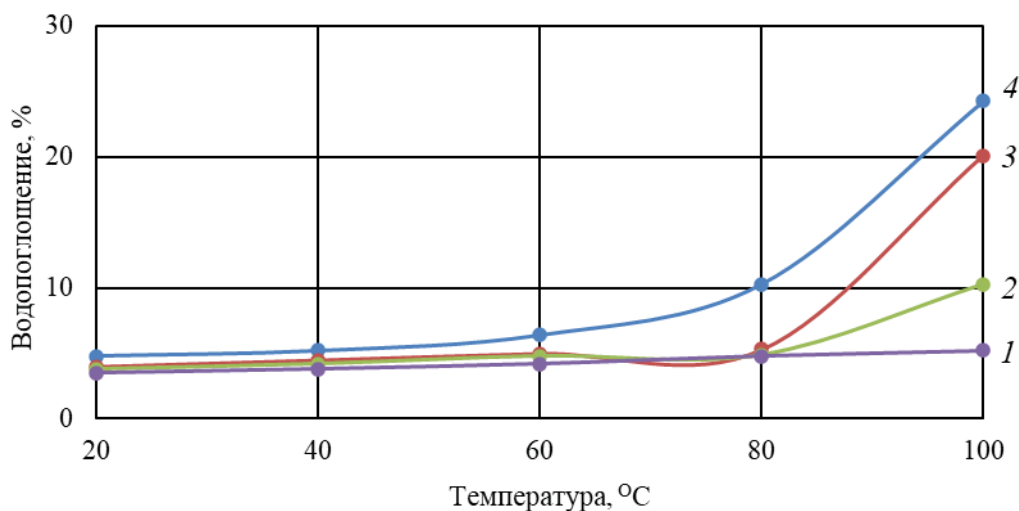


1 – исходная смола; 2 – смола модифицированная меламином; 3 – смола модифицированная дианом; 4 – смола модифицированная резорцином; 5 – смола модифицированная фурфуроловым спиртом

**Рисунок 3 – Изменение массы образца КГС при нагревании**

Из рис. 3 видно, что КГС модифицированная фурфуроловым спиртом, является термостойкой.

Характеристикой водостойкости является поглощение воды в процессе вымачивания. На рисунке 4 показано водопоглощение смолы, модифицированной резорцином, при различной температуре.



1 – 9 % резорцина; 2 – 6 % резорцина; 3 – 6 % резорцина; 4 – без добавок

**Рисунок 4 – Водопоглощение КГС модифицированных резорцином**

Из рис. 4 видно, что КГС, модифицированная 9 % резорцином, является водостойкой. Немодифицированная смола, а также смола, содержащая 3–6 % резорцина, имеет относительно невысокую водостойкость.