

нюється тим, що такі сувеніри ніхто масово не виробляє, а є лише поодинокі випадки їх виготовлення.

Висновки. Таким чином, аналіз особливостей виготовлення і реалізації масштабованих моделей автомобілів та мотоциклів з масивної деревини показав, що Україна має все потрібне для налагодження такого виробництва. Такими моделями можуть зацікавитись і фірми-виробники справжніх автомобілів та мотоциклів, які можна копіювати, використовуючи деревину. У процесі проектування і виготовлення досліджуваних виробів розвивається мислення, набуваються нові навички роботи з деревиною, що є важливим для представників деревооброблення.

З метою створення нових робочих місць, розвитку вітчизняного ринку сувенірного виробництва та розроблення нових технологій ми пропонуємо запровадити моделювання з деревини. У перспективі ми хочемо розробити і виготовити свої такі сувенірні вироби та порівняти їх з існуючими.

Література

1. *Энциклопедия работ по дереву: руководство необходимое любителю работ по дереву / ред. консультант Марк Рамуц : пер. с англ. Г.А. Сорокина.* – М. : Изд-во "Астрель"; Изд-во АСТ, 2004. – 512 с.
2. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.m-mm.ru>.
3. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.arcurio.com>.
4. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.proftekhosvita.org.ua/uk>.

Матвеева Г.А., Воронович В.В. Анализ технологий изготовления и реализации сувенирных изделий из древесины

Деревообрабатывающая промышленность Украины на сегодня производит более 300 наименований товарной продукции, поставляемой как на внутренний рынок, так и на внешний. Проанализированы технологии изготовления и реализация сувенирных изделий из древесины различных пород. Установлено их место в деревообрабатывающей промышленности Украины и пути развития.

Ключевые слова: проектирование, изготовление, сувенир, модель, древесина.

Matveeva G.A., Voronovich V.V. Analysis of technology the production and sale of souvenir items from wood

Woodworking Ukraine currently produces more than 300 kinds of commodity products, which supplied both the domestic and foreign markets. In the article the manufacture and sale of souvenir items from wood of different species. Found their place in the wood processing industry in Ukraine and ways of development.

Keywords: designing, production, souvenir, model, wood.

УДК 674.093.26

Асист. Р.Й. Салдан; доц. Р.О. Демчина,
канд. хім. наук – НЛТУ України, м. Львів

ПРОЦЕС ЗАТВЕРДІННЯ КАРБАМІДОФОРМАЛЬДЕГІДНОЇ СМОЛИ ЗА УЧАСТЮ АЛЮМІНІЙ СУЛЬФАТУ ТА АМОНІЙ ПЕРСУЛЬФАТУ

Обґрунтовано для затвердіння карбамідоформальдегідних смол використовувати алюміній сульфат та амоній персульфат – латентні каталізатори, що призводять до поступового досягнення кислотності, завдяки чому відбувається затвердіння карбамідоформальдегідних смол. Наведено гіпотетичні схеми зшивання карбамідофор-

мальдегідної смоли за наявності алюміній сульфату та амоній персульфату. Припущено, що додавання алюміній сульфату та амоній персульфату до карбамідоформальдегідних смол забезпечуватиме міцне клейове з'єднання і зменшуватиме виділення вільного формальдегіду.

Ключові слова: карбамідоформальдегідна смола, амоній хлорид, алюміній сульфат, амоній персульфат, зшивання.

Постановка наукової проблеми. Як затверджувачі для карбамідоформальдегідних смол (КФС) застосовують речовини кислої природи, які здатні підвищувати кислотність розчину смоли. Амоній хлорид найчастіше застосовують затверджувачем КФС. Він є доступним і порівняно дешевим реагентом, але надає крихкості клейовому шару. Істотна вада амоній хлориду як затверджувача полягає в тому, що він може утворювати хлорорганічні хімічні сполуки, які в разі потрапляння в організм людини, спричиняють багато небезпечних захворювань. На сьогодні багато з хлоромістких органічних сполук визнані канцерогенними для людини та повинні бути виключені зі списку матеріалів, з якими вона контактує [1].

У процесі виготовлення та експлуатації фанери на основі КФС із неї виділяється вільний формальдегід, який призводить до захворювань системи дихання, шкіри і слизових оболонок, шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної та нервової систем людини. Поряд із токсичною й алергічною діями, формальдегід може зумовлювати ембріотоксичні та мутагенні ефекти, а також онкологічні захворювання [2, 3].

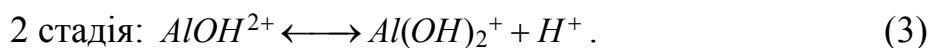
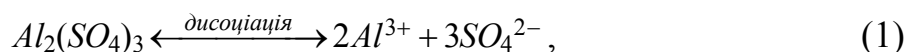
Виділення формальдегіду з готових виробів залежить переважно від ступеня затвердіння КФС. Джерелами виділення формальдегіду слугують вільні метилольні групи, які частково не вступають у реакцію зшивання між КФС з амоній хлоридом і залишаються у певній кількості (іноді до 70 %) у затверділій КФС. Наявність певної кількості низькомолекулярних фракцій і залишкових метилольних груп у затверділому, за температури 100-110°C, карбамідоформальдегідному клеї із затверджувачем амоній хлоридом, а також недостатнє утворення поперечних зв'язків між їх макромолекулами, свідчить про низький ступінь перетворення у реакції зшивання. Крім того, за високих температур можливий розпад метиленамідного зв'язку з виділенням формальдегіду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Кислотні каталізатори, які використовуються для затвердіння КФС, поділяють на дві основні групи: І група – каталізатори, які не змінюють своєї кислотності; ІІ група – каталізатори, кислотність яких збільшується під впливом різних факторів. Каталітична дія затверджувачів першої групи, до якої належать вільні кислоти та ряд солей сильних кислот, у водних розчинах КФС практично постійна та підвищується тільки у разі збільшення концентрації смоли, або внаслідок підвищення температури.

До другої групи затверджувачів належать сполуки, які тільки за певних умов перероблення активно реагують з виділенням кислот – так звані латентні каталізатори. Ці каталізатори за підвищеної температури, або в присутності деяких сполук (наприклад, води, формальдегіду, кисню), здатні виділяти вільні кислоти, які каталізують реакцію затвердіння. Латентні каталі-

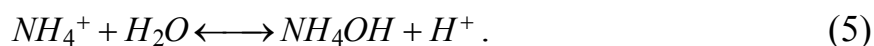
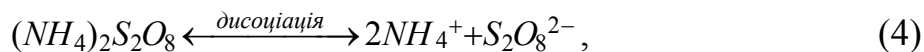
затори, своєю чергою, поділяють на каталізатори, які реагують із вільним формальдегідом із виділенням вільної кислоти та нейтральні сполуки, які активуються під дією води також із виділенням вільної кислоти. Каталітична дія останніх залежить від швидкості та ступеня їх гідролізу, і вони застосовуються для затвердіння за підвищених температур. До каталізаторів, які реагують з формальдегідом із виділенням кислот, відносять, насамперед, амонійні солі сильних і середніх кислот, найчастіше застосовують амоній хлорид [4].

Обґрунтовано для затвердіння КФС використовувати латентні каталізатори, каталітична дія яких приводить до поступового досягнення кислотності, завдяки чому відбувається затвердіння КФС і збільшується термін її життєздатності. До латентних каталізаторів можна віднести алюміній сульфат та амоній персульфат [5]. Гідроліз алюміній сульфату відбувається у дві стадії.



Але у системі, де знаходиться велика кількість –ОН груп КФС та –ОН груп енольної форми вільного формальдегіду, можлива їх взаємодія з $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$, Al^{3+} за донорно-акцепторним механізмом. Це приводить до утворення комплексів різної будови і зміщує гідроліз до продуктів реакції (2, 3), а відтак приводить до поступового збільшення кислотності.

Під час гідролізу амоній персульфату також утворюється йон Гідрогену, внаслідок чого встановлюється кисле середовище:



Тому метою роботи є процес затвердіння карбамідоформальдегідної смоли за участю алюміній сульфату та амоній персульфату.

Результати та їх обговорення. У термореактивній КФС є карбонільні ($=C=O$), аміно ($-NH-$) та гідроксильні ($-OH$) групи здатні утворювати координаційні зв'язки за донорно-акцепторним механізмом. Адже відповідні атоми Оксигену та Нітрогену мають неподільні електронні пари і можуть бути донорами електронів. Алюміній сульфат активно гідролізує з утворенням йону Гідрогену (H^+), який прискорює поліконденсаційне зшивання КФС. Використання алюміній сульфату, як затверджувача, збільшує глибину затвердіння карбамідоформальдегідних олігомерів. Йон Al^{3+} може утворювати як ковалентні зв'язки з метилольними групами, так і координаційні зв'язки, причому як з атомами Оксигену, так і Нітрогену (рис. 1, 2). Ефект, що отримується під час введення алюміній сульфату, пов'язаний з тим, що наявність у системі йонів алюмінію дає змогу створити у процесі затвердіння оптимальну надмолекулярну структуру, причому йон Al^{3+} виступає у ролі структуроутворювача. Також атом Гідрогену гідроксильної групи здатний замінюватись на атом алюмінію, внаслідок утворюються йонні зв'язки з великою часткою ковалентності та можуть бути насиченими також вихідними сульфатними групами.

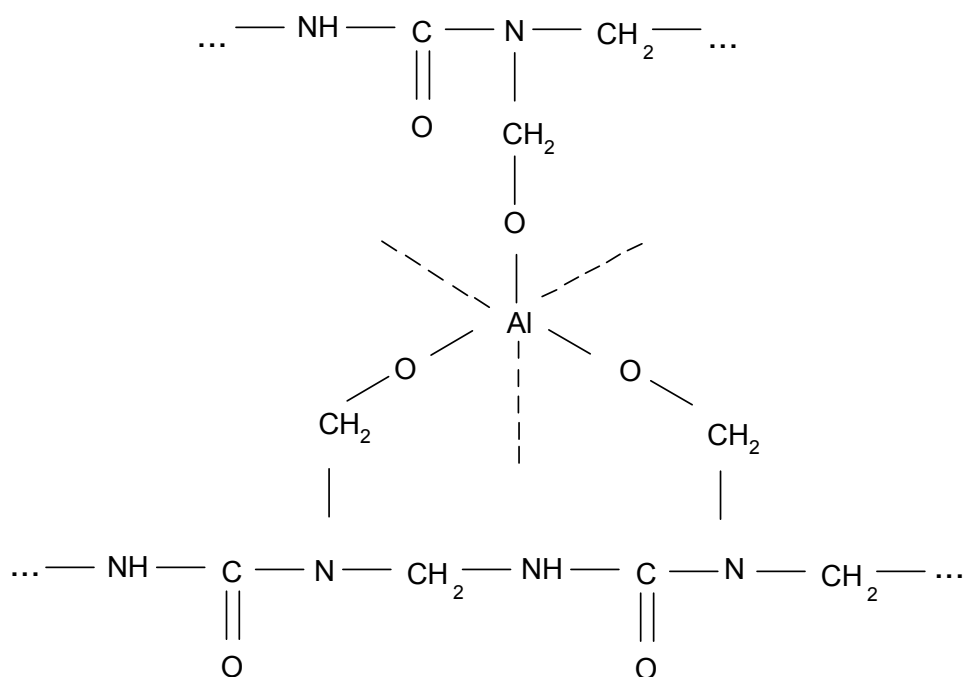


Рис. 1. Схема утворення поперечних зв'язків у КФС за участю Al^{+3}

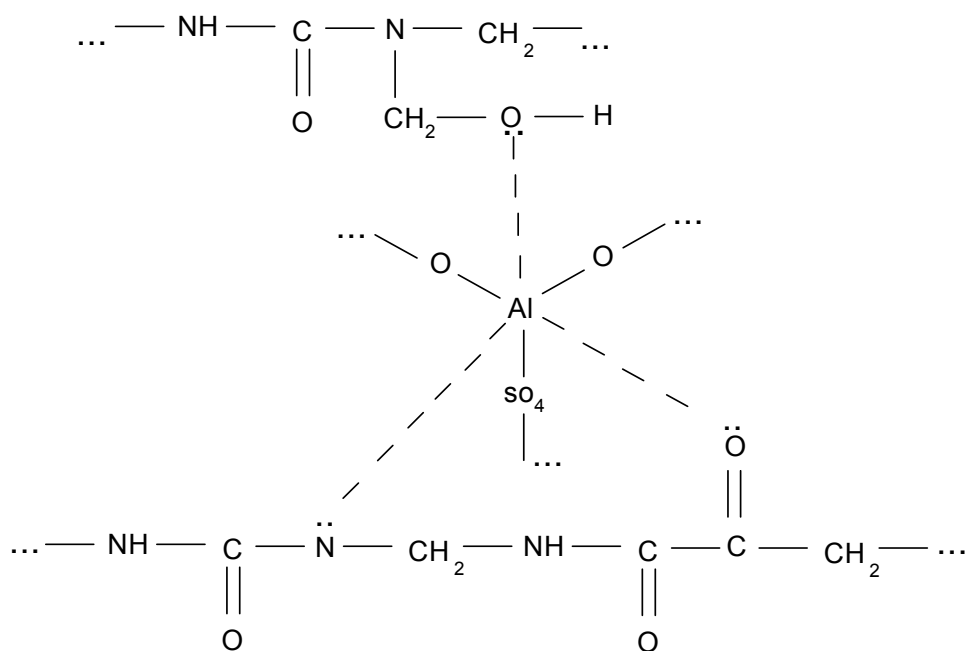
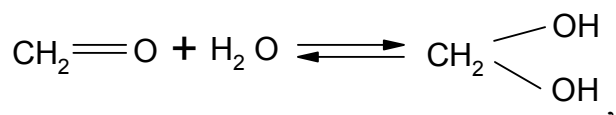


Рис. 2. Гіпотетична структура затверділої КФС

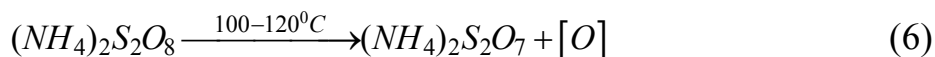
Отже, на рис. 1 показано розгалужену структуру КФС, що утворюється під час взаємодії йону Al^{3+} з вихідного $Al_2(SO_4)_3$. Власне, можливістю утворювати шість направлених зв'язків йоном алюмінію (III), пояснюється дія його сульфату, як затверджувача. Адже взаємодія з функціональними групами КФС приводить до зшивання, та, з іншого боку, йон алюміній, взаємодіючи з метилольною (CH_2OH) групою, маскує її від перетворення до вільного формальдегіду.

Окрім того, відомо, що формальдегід у водних розчинах може частково (до 40 %) переходити в енольну форму, утворюючи відповідний двоатомний спирт



котрий, своєю чергою, може зв'язуватись по OH^- групах йоном Al^{3+} , а отже, зменшувати його здатність вивільнюватись із КФС у вигляді випарів вільного формальдегіду.

Дія амоній персульфату подібна до дії латентного каталізатора – алюміній сульфату, адже під час гідролізу амоній персульфату встановлюється кисле середовище, а як відомо, кисле середовище викликає зшивання термо-реактивних КФС. Окрім цього, будучи доволі сильним окисником,



амоній персульфат може викликати низку перетворень функціональних груп КФС, продукуючи інші групи, що здатні до поліконденсаційного зшивання. Під час взаємодії активного атомарного Оксигену з метилольними групами КФС можуть утворюватись карбонільні групи та карбоксильні групи, як це зображено на рис 3, 4:

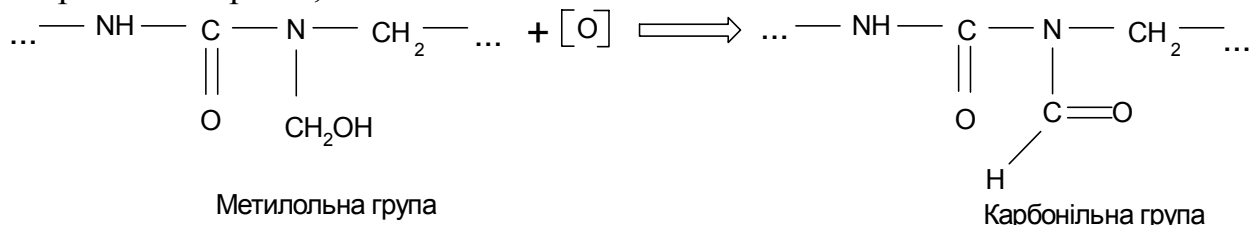


Рис. 3. Схема перетворень метилольних груп до карбонільних у КФС

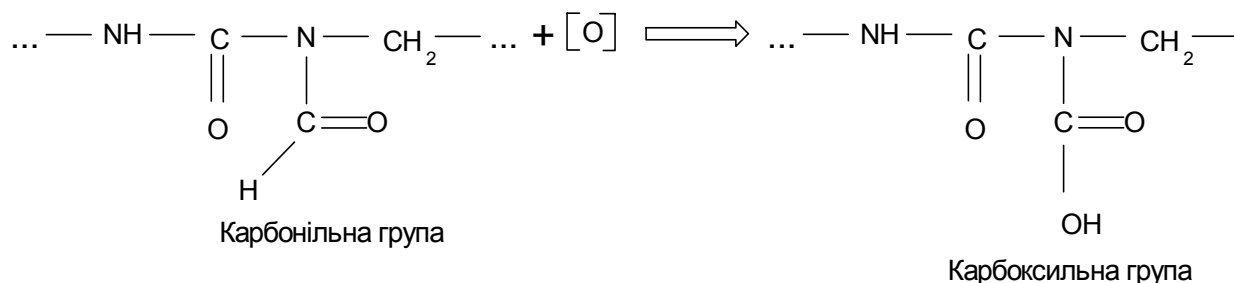


Рис. 4. Схема перетворень карбонільних груп до карбоксильних у КФС

Окрім того, вільний формальдегід КФС може зазнавати окиснення до мурашиної кислоти та в остаточному випадку – до карбонатної кислоти (рис. 5).



Рис. 5. Схема перетворень формальдегіду до карбонатної кислоти

Остання є нестійкою і розкладається до CO_2 і H_2O , хоча за певних умов може зв'язуватися метилольними групами КФС та, утворюючи естерні групи, може викликати зшивання поліконденсаційного типу, як це зображено на рис. 6, 7, 8 з утворенням естерного, напівацетального зв'язку. Потрібно зазначити, що кисле середовище та висока температура сприяють таким наведеним вище реакціям зшивання.

Окрім поліконденсаційного зшивання, у кислому середовищі КФС може зазнавати зшивання полімеризаційного типу. У кислому середовищі, що є результатом гідролізу амонію персульфату (4, 5) кінцеві метилольні групи КФС можуть піддаватись дегідратації з утворенням нестійкого подвійного зв'язку. Під час нагрівання амоній персульфат розкладається з утворенням радикалів $O^\bullet$, $^\bullet O-O^\bullet$, які можуть бути ініціаторами полімеризаційного зшивання, як показано на рис. 9, 10.

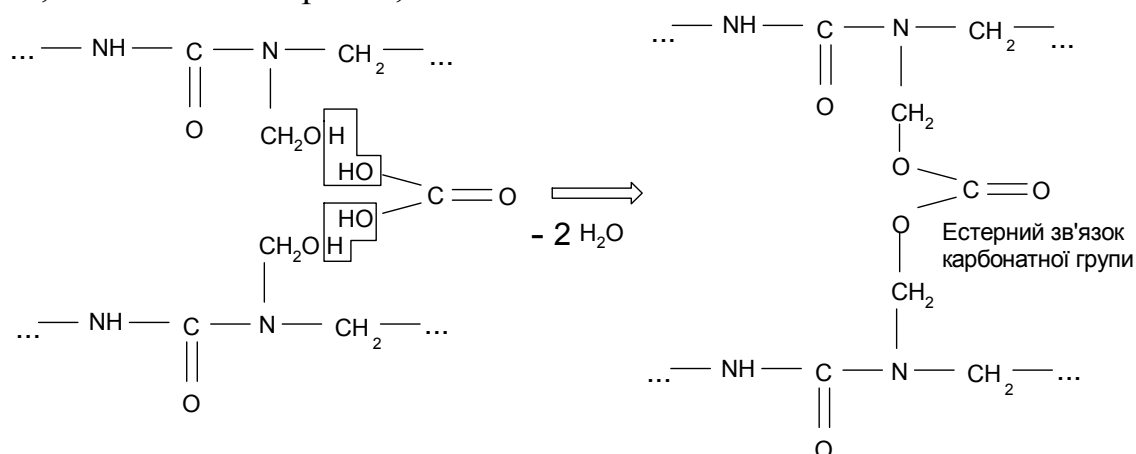


Рис. 6. Поліконденсаційне зшивання з утворенням естерного зв'язку за карбонатною кислотою

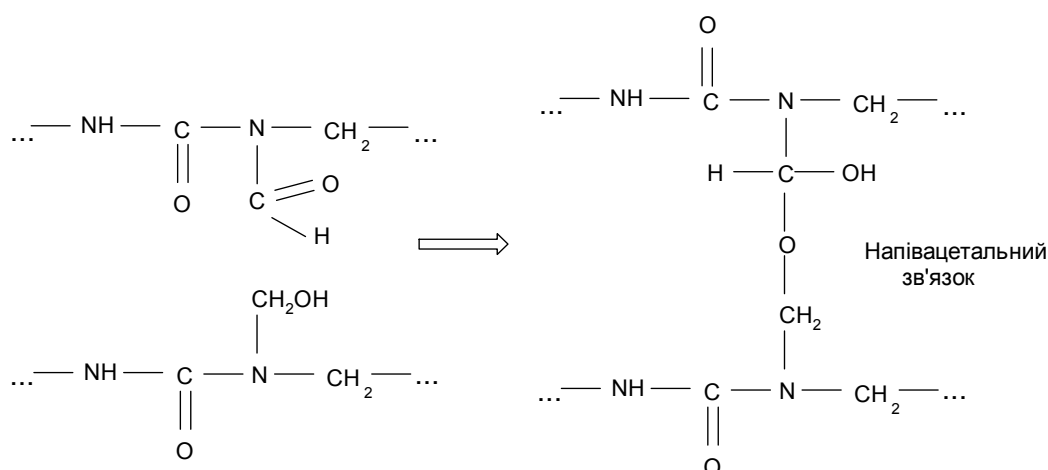


Рис. 7. Поліконденсаційне зшивання з утворенням напівацетального зв'язку

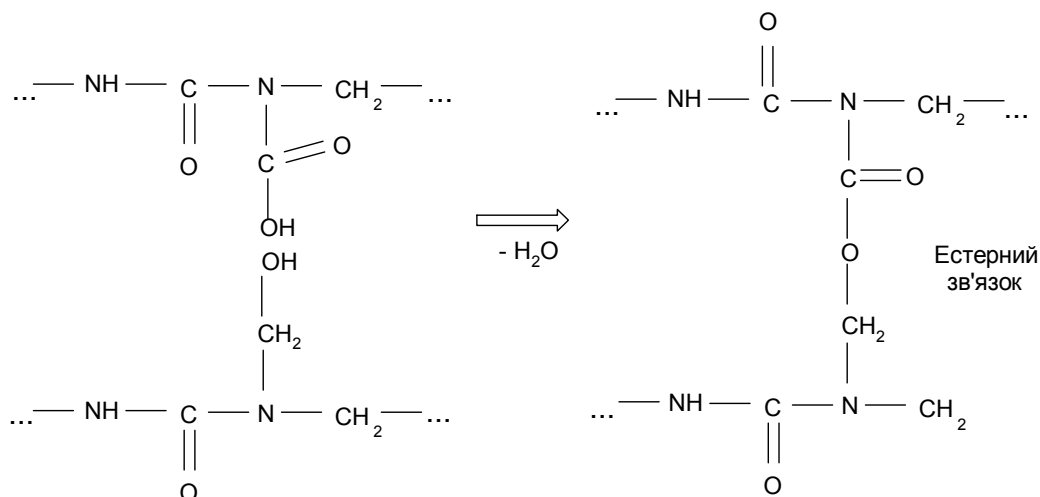


Рис. 8. Поліконденсаційне зшивання з утворенням естерного зв'язку

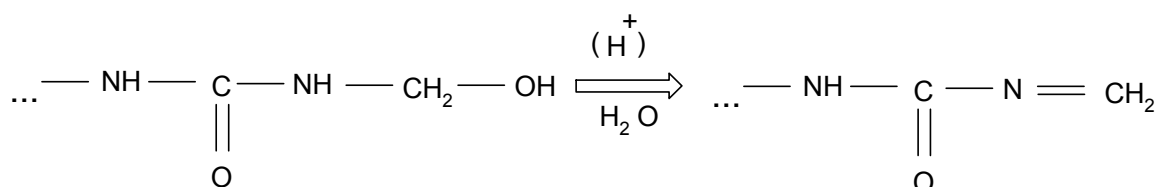


Рис. 9. Схема дегідратації кінцевих метилольних груп

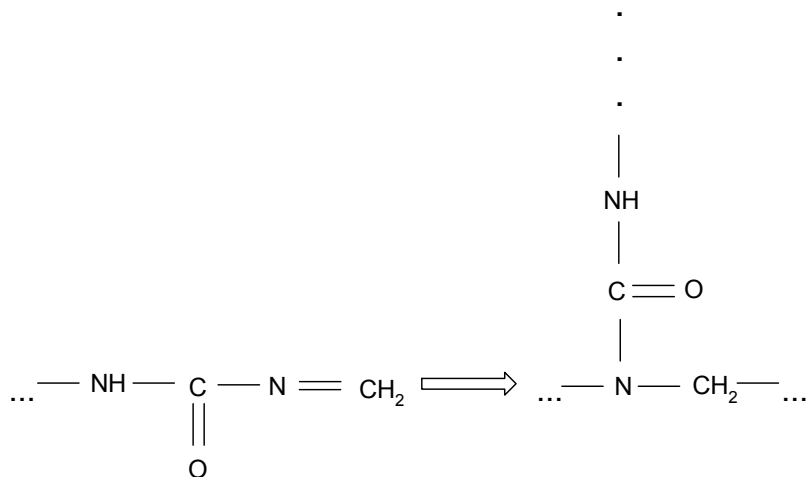


Рис. 10. Схема полімеризаційного зшивання КФС

Висновки та узагальнення. Встановлено, що алюміній сульфат та амоній персульфат забезпечують реакції зшивання з макромолекулами КФС, внаслідок чого буде забезпечуватися міцне клейове з'єднання. Окрім того, алюміній сульфат та амоній персульфат взаємодіє з метилольними групами КФС та вільним формальдегідом, завдяки чому зменшуватиметься його виділення із КФС.

Література

1. Поляков Н.С. Защита окружающей среды от диоксинов / Н.С. Поляков, Г.Н. Петухова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Воронеж : Изд-во Воронежской ЛТА, 2000. – Т. 1. – 295 с.
2. Огородников К.С. Формальдегид / К.С. Огородников. – Л. : Изд-во "Химия", 1984. – 280 с.
3. ГН 1.1.029-95. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека / Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1995. – 17 с.
4. О возможности интенсификации процесса прессования древесностружечных плит на основе низкотоксичной смолы КС-68М / М.М. Свиткина, Г.М. Шварцман, А.С. Терев, Г.Г. Юдина // Сборник трудов ЦНИИФ. – М., 1977. – С. 51-62.
5. Кнунянц И.Л. Химическая энциклопедия – В 5-и т.: т. 1: А – Дарзана / редкол. : И.Л. Кнунянц (гл. ред.) и др. – М. : Изд-во "Сов. Энцикл.", 1988. – 623 с.

Салдан Р.Й., Демчына Р.О. Процесс затвердения карбамидоформальдегидной смолы за участием алюминий сульфата и аммоний персульфата

Обосновано для затвердения карбамидоформальдегидных смол использовать алюминий сульфат и аммоний персульфат – латентные катализаторы, которые приводят к постепенному достижению кислотности, благодаря чему происходит затверждение карбамидоформальдегидных смол. Приведены гипотетические схемы сшивания карбамидоформальдегидной смолы в присутствии алюминий сульфата и аммоний персульфата. Допускается, что добавление алюминий сульфата и аммоний персульфата к карбамидоформальдегидным смолам будет обеспечивать крепкое клеевое соединение и уменьшать выделение свободного формальдегида.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола, аммоний хлорид, алюминий сульфат, аммоний персульфат, сшивание.

Saldan R.Yo., Demchyna R.O. Hardening process UF resins behind participation aluminium sulphate and ammonium persulfate

UF resins hardener to use aluminium sulphate and ammonium persulphate it is proved. These catalysts which lead to gradual increasing of acidity what happen hardenings UF resins. Hypothetical schemes of sewing together UF resins with aluminium sulphate and ammonium persulphate are proposed. It is supposed, that addition aluminium sulphate and ammonium persulphate to UF resins will provide strong glutinous connection and to reduce allocation of free formaldehyde.

Keywords: urea-formaldehyde resins, ammonium chloride, aluminium sulphate, ammonium persulphate, sewing.

УДК 536.532

Доц. В.О. Фединець, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛО- ТА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ
ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ**

Досліджено сучасні конструкційні тепло- та електроізоляційні матеріали для контактних засобів вимірювання температури газових потоків. Розроблено рекомендації з їх практичного застосування. Встановлено, що руйнування зразків із сапфіру починається за температури газового потоку до 1300 °С, а за температури 1500 °С відбувається їх повне руйнування. Цей матеріал не можна рекомендувати для застосування в високотемпературних технологічних процесах.

Ключові слова: температура, газовий потік, матеріали, дослідження, випробування, термоперетворювач.

Вступ. Одним із напрямків створення високоточних і надійних термоперетворювачів (ТП) для вимірювання температури газових потоків є застосування термометричних та конструкційних матеріалів із спеціальними властивостями, високою стабільністю їх електрохімічних, хімічних та механічних властивостей в широкому діапазоні зміни температур.

Метрологічні характеристики ТП визначаються властивостями чутливого елемента, тобто властивостями термоелектричних матеріалів (термоелектродів), із яких їх виготовлено. Важливе значення мають технологічність, однорідність і відтворюваність термоелектричних властивостей в умовах промислового виробництва термоелектродних матеріалів і технологія виготовлення чутливого елемента (ЧЕ).

Однією з основних характеристик термоелектродів є стабільність цих властивостей під час експлуатації в різних середовищах і за різних зовнішніх впливів – механічних, електричних, хімічних тощо. Термометричні матеріали досить повно вивчено, зокрема досліджено їх термоелектричні властивості, вплив досліджуваних середовищ, радіації, високого тиску, деформацій, термоциклічних впливів тощо на зміну метрологічних характеристик та їх стабільність [1-6].

Найбільші труднощі виникають з вибором конструкційних тепло- та електроізоляційних матеріалів під час вимірювання температури газових пото-