

# ЗАХИСНІ АНТИКОРОЗІЙНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ ТА ІНШОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНИХ ФУРФУРИНО-ЕПОКСИДНИХ ПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ

*Рассоха О.М., Черкашина Г.М., Деріус Д.В.*

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
[rassan2000@ukr.net](mailto:rassan2000@ukr.net)

Розвиток сучасної промисловості пов'язаний з освоєнням нових технологій, які передбачають контакт промислового (технологічного) обладнання з фізично і хімічно агресивними експлуатаційними середовищами та підвищеними температурами. В зв'язку з цим велика частка обладнання та конструкцій з металу піддається прискореній корозії і передчасно втрачає свою роботоздатність. Важливе місце в полімерному матеріалознавстві серед антикорозійних систем належить композитам, що містять фуранові полімери різної хімічної природи. Галузі використання композиційних систем з фурановими полімерами постійно розширюються, а марочний асортимент неухильно зростає. Особливу увагу в даному випадку приділяється вихідним речовинам (мономерам) – сполукам фуранового ряду. Експериментально в лабораторних умовах, а також при натурних випробуваннях при експлуатації виробів в реальних обставинах встановлено, що більш високу термічну та хімічну стійкість мають фуранові похідні, що містять в структурі мономеру та повторювальному ланцюгу полімеру два та більш фуранових циклу. Наприклад, три фуранових циклу в мономері містить фурфурамід – продукт взаємодії фурфуролу та аміаку, а також головний його послідовник – фурфурін. Використання фурфуріну та фурфураміду при одержанні функціональних полімерних матеріалів і формуванні захисних антикорозійних покриттів дозволяє суттєво (в 2 – 5 разів) підвищити термін ефективної роботоздатності газопромислового обладнання і зниження швидкості корозійних процесів.

Даний напрям полімерного матеріалознавства хімічно та термічно стійких систем на сучасному етапі інноваційного розвитку і має надзвичайно важливий перспективний напрямок. Мономер-олігомерні продукти та полімерні матеріали з даного типу фуранових систем одержують з фурфуріну (трифурфурілімідазоліна). Основним інгредієнтом для одержання фурфуріну та фурфураміду є фурфурол – багатотоннажний продукт промислової переробки (шляхом гідролізу за спеціальними технологіями) пентозанвмісних відходів рослинного походження. Всі відомі на сучасному етапі розвитку хімічної промисловості методи одержання фурфураміду з високим ступенем конверсії вихідної сировини базуються на хімічній реакції взаємодії фурфуролу або його похідних з аміаком, а також його солями. В рамках даної роботи виконано експериментальне дослідження характеру та напрямку хімічної реакції взаємодії фурфуролу, фурфуролвмісних середовищ з аміаком (при різних концентраціях цього компонента) з метою отримання фурфураміду. Визначені оптимальні параметри технологічного процесу (температура, час, концентрація та послідовність подання до реакційної зони основних компонентів тощо) одержання фурфураміду з урахуванням особливостей сировини різного походження.

В роботі проведено аналіз можливостей використання вихідної сировини різного якісного складу, а саме: *фурфурол* – особливо чистий (практично з концентрацією 100 мас. %) свіжоперегнаний впродовж першої доби після перегону, товарні марки мономеру вищого, першого, другого сортів, *фурфурол-сирець*, промислові стічні *фурфуролвміські стічні води* гідролізних виробництв (при чітко визначеній концентрації *фурфуролу* в даному середовищі), модельні *фурфуролвміські розчини* різної концентрації (від 5 до 45 мас.%); *аміак* – 5; 10; 15; 25 % - ний водний розчин, водні розчини деяких солей амонію з концентрацією даного інгредієнта в інтервалі 15 – 35 мас. %. Для подальшої роботи (синтезу *фурфуріну* та одержання захисних антикорозійних матеріалів) використовувався технічний продукт – *фурфурамід* – з вмістом основної речовини не менш 98 мас. %. При цьому стабільність основних фізико-хімічних параметрів одержаного *фурфураміду* (зовнішній вигляд, густина, насипна густина, розчинність тощо) зберігалася впродовж 60 діб.

Фурфурін є другою формою існування фурфурамідів з іншими технічними властивостями. В лабораторних та промислових умовах його одержують шляхом поступового нагрівання фурфурамідів до температур, що перевищують температуру його топлення (приблизно 119 °С). В результаті процесу ізомеризації (хімічної реакції термоциклізації) фурфурамід без руйнування молекули перетворюється до фурфуріну. Фурфурін в цих температурних умовах синтезується у всіх випадках незалежно від того, здійснюється процес нагрівання тільки одного (чистого) фурфураміду, або в присутності якихось інших хімічних речовин та спільно з деякими іншими компонентами, які в розглянутому температурному діапазоні не взаємодіють ні з фурфурамідом, ні з фурфуріном. В роботі проведені експериментальні дослідження синтезу фурфуріну шляхом термічної циклізації фурфурамідів, визначені оптимальні параметри технологічного процесу, які забезпечують одержання товарного продукту з вмістом основної речовини не менш 97 – 98 мас. %, стабільністю технічних характеристик матеріалу впродовж не менш 60 діб. При цьому ступінь конверсії фурфурамідів при оптимальних параметрах технологічного процесу становить 96 – 99 %.

Технологічний процес формування захисного антикорозійного покриття на зовнішній поверхні промислового обладнання умовно можна поділити на дві категорії.

Основними компонентами реакційноздатного композиційного матеріалу обрані фурфурамід, епоксидіанові олігомери різної молекулярної маси та в'язкості (марок ЕД-16, ЕД-20, ЕД-22), структуруючі агенти - суміш аміних та цианетильованих амінів (тужавлювачив) – високоактивний поліетиленполіамін, низькоактивний моноцианетилдиетилентриамін марки УП-0633М (кількість тужавлювачив в композиційній системі визначалась максимальними деформаційно-міцнісними параметрами структурованої реакційноздатної мономер-олігомерної системи), функціональні модифікатори (при необхідності). Застосування низькоактивного тужавлювача марки УП-0633М забезпечує оптимальне протікання процесів структурування реакційноздатної системи, що дозволяє формувати стійке до дії зовнішніх механічних та хімічних факторів покриття з мінімумом залишкових внутрішніх напружень. Технологічний процес одержання матеріалу і формування захисного антикорозійного покриття характеризується відносною простотою та експлуатаційною надійністю.

*Перша категорія* формування покриття: розрахункова кількість епоксидіанового олігомеру та фурфурамідів завантажують до реактору, вмикають мішалку та обігрів. Суміш нагрівають до 120-125 °С та витримують при цій температурі та сталому перемішуванні впродовж 1,5 – 2,0 год. В цих умовах завершується термоциклізація фурфурамідів до фурфуріну. Утворюється фурфуріно-епоксидний матеріал. Потім суміш охолоджують до кімнатної температури. Захисне антикорозійне покриття на зовнішню металеву поверхню промислового обладнання наносили або ручним методом, або за допомогою фарборозпилювача з додаванням суміші тужавлювачив, органічного розчинника, функціонального модифікатора (при необхідності).

*Друга категорія* формування покриття: визначена кількість епоксидного олігомеру та фурфурамідів завантажують до реактору, вмикають мішалку та обігрів. Суміш нагрівають до температури 50 - 60 °С та витримують при цьому температурному режимі та постійному перемішуванні впродовж 1,0 – 1,5 год. При цьому не відбувається термоциклізація фурфурамідів до фурфуріну. Потім суміш охолоджують до кімнатної температури. Покриття на нагріту до температури 120 – 125 °С металеву поверхню обладнання наносили або вручну, або за допомогою фарбопульта з додаванням необхідних інгредієнтів і витримували при цій температурі 0,5 – 1,0 год. В цьому температурному діапазоні завершується термоциклізація фурфурамідів до фурфуріну.

Розроблено та впроваджено декілька схем покриття газопромислового обладнання з використанням фурфуріно-епоксидних полімерів з підвищеною стійкістю до експлуатаційних факторів.