

контролю справності паливороздавальних колонок. Причини виникнення та розвитку можливих аварій, а також рекомендації для попередження НС на інших стадіях вузла видачі нафтопродуктів на АЗС аналогічні розглянутим вище та наведеним у роботі [1].

Висновки. Проведено детальний аналіз причин виникнення та розвитку аварій на вузлах зберігання і видачі нафтопродуктів. Побудовано логічні схеми можливого розвитку аварій на цих блоках АЗС. Розроблено рекомендації з попередження НС при зберігання та видачі нафтопродуктів на автозаправних станціях, а також дій працівників АЗС у випадку їх виникнення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маховський В.О., Крюковська О.А., Романюк Р.Я. Аналіз причин виникнення та ймовірного сценарію розвитку аварій при розвантаженні нафтопродуктів на автозаправних станціях. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*, 2019. Вип. 2 (35). С.109-114.
2. Енергоекологічна безпека нафтогазових об'єктів / Говдяк Р.М. та ін. Івано-Франківськ: Вид-во „Пілея НВ”, 2007. 556с.
3. Маховський В.О., Крюковська О.А. Аналіз, дослідження та оцінка небезпек при експлуатації газонаповнювальних пунктів. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*, 2019. Вип. 1 (34). С.156-165. DOI 10.31319/2519-2884.34.2019.30.
4. Левчук К.О., Романюк Р.Я., Толок А.О. Цивільний захист: навч. посіб. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. 325с.
5. Левчук К.О., Романюк Р.Я. Методика планування заходів цивільного захисту на потенційно небезпечних об'єктах. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*, 2019. Вип. 1 (34). С.146-150. DOI 10.31319/2519-2884.34.2019.28.

Надійшла до редколегії 13.01.2020.

УДК 613.6.027:678.686

DOI 10.31319/2519-2884.36.2020.26

КРЮКОВСЬКА О.А., к.т.н, доцент
РОМАНЮК Р.Я., к.т.н., доцент
ГАСИЛО Ю.А., к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ ТА ВИРОБІВ З НИХ

Вступ. За хімічною будовою епоксидні смоли (ЕС) – це синтетична олігомерна сполука. Епоксидні матеріали використовуються практично у всіх сферах промисловості. У вільному вигляді епоксидна смола не застосовується. Вона проявляє свої унікальні властивості тільки у сполученні з отверджувачем після реакції полімеризації. При комбінуванні різних видів епоксидних смол і отверджуючих речовин отримуються цілком неспоживані матеріали: тверді та жорсткі, міцніші за сталь та м'які, гумові та ін. Епоксидні смоли мають стійкість до дії кислот, галогенів, лугів, розчиняються у ацетоні та складних ефірах без утворення плівки.

У якості отверджуючих агентів використовують феноли, третинні аміни та їх аналоги. Співвідношення епоксидної смоли і отверджувача має широкі межі та залежить від її складу. Надлишок та нестача отверджувача у епоксидному складі негативно впливають на якість полімеру: знижується міцність, стійкість до нагрівання, сильнодіючих хімічних речовин, води. При нестачі отверджувача виріб стає липким внаслідок незв'язаної смоли. Надлишок вільного отверджувача поступово накопичується на поверхні полімеру. Для різних компаундів смола і отверджуючий компонент беруться у різних пропорціях. У сучасних компаундах найбільш часто зустрічається співвідношення 1:2 або 1:1 [1-3].

Епоксидна смола має значні переваги перед аналогічними матеріалами:

- висока міцність клейового з'єднання;
- мінімальна усадка;
- незначна вологопроникність в отвердженому вигляді;
- висока стійкість до абразивного зносу;
- кращі фізико-механічні параметри.

Епоксидні матеріали широко застосовуються у всьому світі з середини минулого століття. У останні роки характер їх застосування зазнав значних змін, але залишається традиційним використання у наступних галузях [4]:

- для просочення склотканини або склонитки. У якості засобів для просочення склотканини та склеювання деталей епоксидні смоли використовують в електротехніці, радіоелектроніці, автомобільній та авіаційній галузях промисловості, при виробництві склопластику на будівництві, корабле- та машинобудуванні, у майстернях з ремонту човнових корпусів та кузовних елементів автомобіля;

- у якості покриттів для гідроізоляції. Епоксидна смола знайшла ефективне застосування для гідроізоляції підлоги і стін підвальних приміщень та басейнів;

- у якості хімічно стійких покриттів. Це фарби та матеріали для внутрішньої і зовнішньої обробки будівель, просочення для підвищення міцності і гідроізоляції пористих матеріалів, наприклад, бетону, дерева та ін.;

- у якості прозорого твердого матеріалу, що отримується способом заливки у форми з наступною механічною обробкою, шляхом різання та шліфування. Застосовується для виготовлення склопластикових виробів на будівництві, в електронній промисловості, дизайнерських роботах, домашньому господарстві.

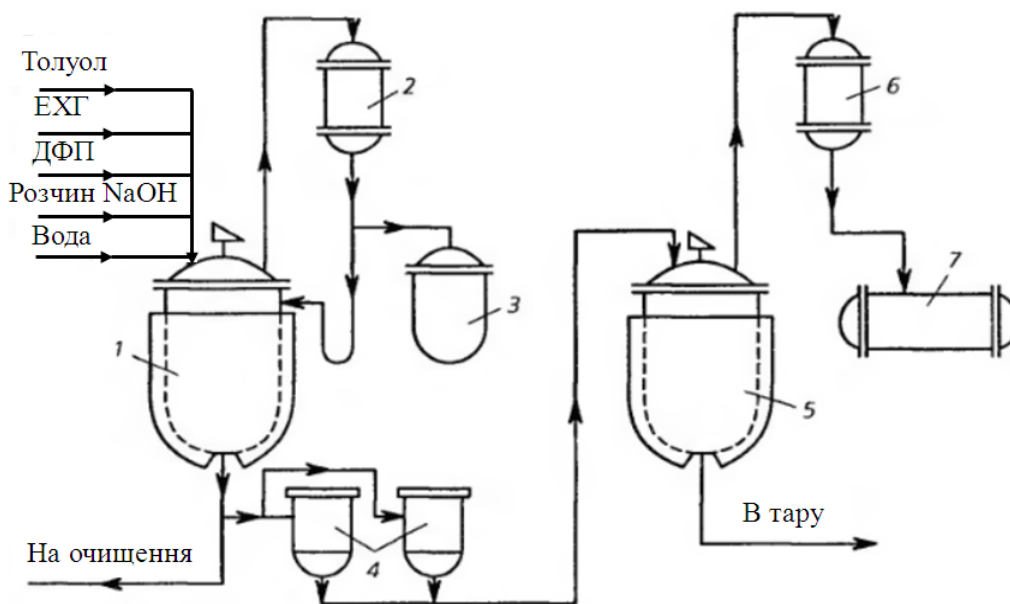
Постановка задачі. Метою роботи є аналіз технології виробництва рідких епоксидних смол та шкідливого впливу операцій процесу на організм людини, а також розробка заходів щодо поліпшення умов праці працівників на робочих місцях.

Результати роботи. Способи отримання ЕС можуть бути розділені на дві групи: безпосередньої поліконденсації біс-фенолу А (ДФП) та епіхлоргідрину (ЕХГ) і сплаву низькомолекулярних ЕС та ДФП. Способи, які відносяться до безпосередньої поліконденсації компонентів, різняться за природою вихідних продуктів, порядком їх завантаження та концентрацією у розчині, концентрацією розчину лугу та швидкістю його подачі, температурою реакції і тривалістю процесу. Найбільше застосування знайшли періодичні процеси виробництва ЕС за дво- та триапаратною схемою. Якщо приготування смоли, її промивка та відгін летючих компонентів проводяться в одному апараті, а сушка смоли – в іншому, то схема є двоапаратною. За трьоапаратною схемою усі ці операції здійснюються у різних апаратах.

На рис.1 наведено схему виробництва рідких епоксидних смол періодичним методом [5].

Технологічний процес виробництва складається з наступних стадій: завантаження та конденсація сировини, промивка ЕС та відгін води, фільтрування та сушка. У реактор 1 з нержавіючої сталі, який має у своєму складі рамно-якірну мішалку (0,5 об/с),

сорочку для обігріву та охолодження й холодильник, завантажують ЕХГ, а потім –ДФП і перемішують суміш до отримання однорідної суспензії. Після цього з мірника порціями зли-



1 – реактор; 2, 6 – холодильники; 3 – приймач; 4 – фільтри;
5 – апарат для відгону толуолу; 7 – збірник

Рисунок 1 – Схема виробництва рідких епоксидних смол періодичним методом

вають у реактор 50%-ий розчин лугу та поступово підвищують температуру до 60-65°C, а потім – до 70-75°C. Через 4-5 год. процес приготування ЕС закінчують та в вакуумі при 50°C здійснюють відгін ЕХГ, що не прореагували. Пари останнього охолоджуються у холодильнику 2, а конденсат збирається у приймачі 3.

Смоли при 60-70°C промивають від хлориду натрію, що утворився, та продуктів побічних реакцій сумішшю толуолу і води, які взяті у масовому співвідношенні 40:60. Після відстоювання суміші утворюються наступні шари:

- нижній – водяно-сольовий – зливають у систему очищення стічних вод;
- середній – водяно-толуольна емульсія, що містить частину ЕС і продукти побічних реакцій, – подають в екстракційну колону (на рис.1 не показана) для виділення смоли за допомогою свіжого толуолу та води, що подаються у колону.

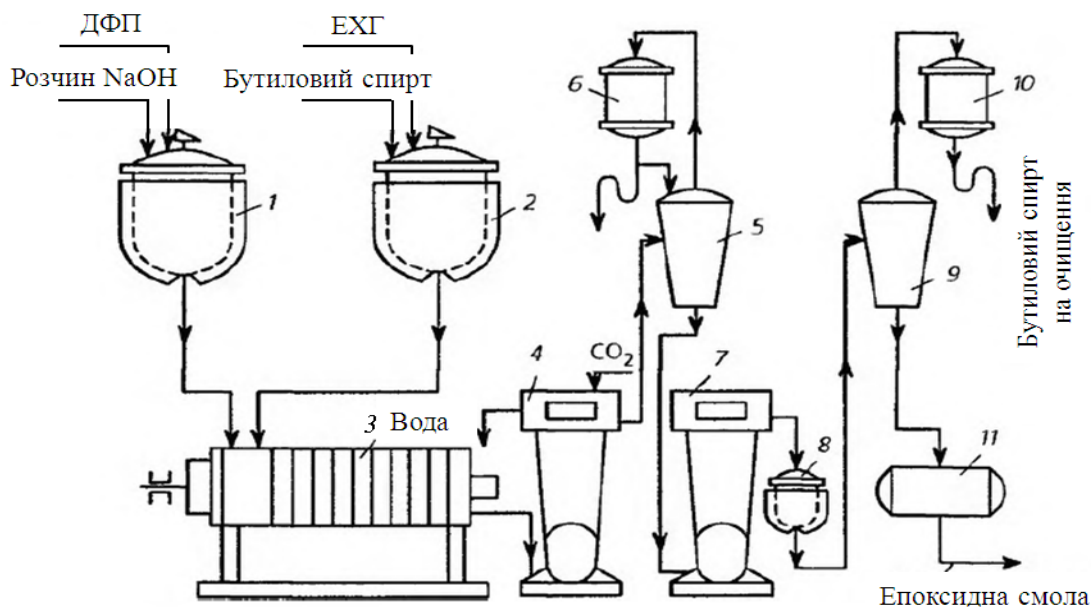
Цикл (заливка промивної суміші, перемішування, відстоювання і розподіл) повторюють 2-3 рази.

Розчин ЕС у толуолі подають крізь рукавні фільтри 4 та переводять у апарат 5 для повного відгону толуолу (сушіння смоли). Пари толуолу конденсуються у холодильнику 6, а конденсат збирається у збірнику 7. До кінця цієї операції температура у апараті 5 повинна бути 120-125°C при залишковому тиску 0,02 МПа. Готову ЕС фільтрують крізь латунні сітки та зливають у тару (алюмінієві чи сталеві оцинковані барабани або бочки місткістю 50-220 л, що герметично закриваються).

Безперервний процес виробництва рідких ЕС (рис.2) у порівнянні з періодичним дозволяє не тільки підвищити одиничну потужність реактора, а й знизити матеріальні витрати та собівартість смоли [5].

Технологічний процес виробництва ЕС безперервним методом складається з наступних стадій: приготування розчинів ДФП та ЕХГ, поліконденсація, виділення смоли, її нейтралізація й сушка.

ДФП розчиняють у апараті 1 при 75°C у водному розчині лугу, а у апараті 2 отримують розчин ЕХГ в бутиловому спирті. Розчини після фільтрування подають у горизонтальний багатосекційний реактор 3, який має роторну мішалку зі змінною частотою



- 1 – апарат для отримання розчину дифенілолпропану; 2 – апарат для розчинення епіхлоргідрину; 3 – реактор; 4, 7 – відстійники; 5, 9 – циклонні апарати; 6, 10 – холодильники; 8 – фільтр; 11 – збірник смоли

Рисунок 2 – Схема виробництва рідких епоксидних смол безперервним методом

обертання та сорочку для обігріву та охолодження кожної секції. У процесі поліконденсації реакційна суміш поступово переміщується по реактору, а потім надходить у постійно діючий відстійник 4 для розподілу на водяну та органічну частини.

Органічна частина, що має лужну реакцію, на виході з відстійника нейтралізується двоокисом вуглецю та подається у циклонний апарат 5, у якому здійснюється відгін азеотропної суміші з водою. Пори конденсуються у холодильнику 6, конденсат надходить на очищення, а розчин смоли подається у відстійник 7 для відділення від солей (NaCl, Na₂CO₃), що випали. Потім розчин фільтрується на фільтрі 8 та надходить у циклонний апарат 9, де здійснюється відгін бутилового спирту. Пори останнього охолоджуються у холодильнику 10, конденсат надходить на очистку, а ЕС збирається у збірнику 11, звідки зливається у бідони.

ЕС середньої молекулярної маси (600-1500 кг/кмоль) готують за вказаною вище рецептурою, але температуру реакції підтримують у межах 95-100°C. Молекулярна маса смоли залежить від швидкості завантаження ЕХГ та водяного розчину лугу. При швидкому вливанні розчину ЕХГ у розчин ДФП молекулярна маса смоли досягає 600-750 кг/кмоль, а при повільному – підвищується. Смола відмивається від хлориду натрію гарячою водою при 90°C (8-10 промивань), а потім висушується у вакуумі при 150°C (1,3 кПа).

ЕС середньої молекулярної маси можуть бути також отримані сплавом низькомолекулярної смоли з ДФП при 170-180°C протягом 3-4 год. Каталізаторами є триетанол-амін, піперидин та інші третинні аміни.

Високомолекулярні ЕС (молекулярна маса 1500-3800 кг/кмоль) з температурою плавлення 145-155°C можуть бути отримані тільки сплавом низькомолекулярної смоли з ДФП при 200°C протягом 1,5-2 год. Оскільки для приготування таких високомолеку-

лярних продуктів беруть чисті смоли, то у результаті сплаву з ДФП не утворюються будь-які побічні продукти, а готова смола не потребує промивання.

ЕС з молекулярної масою від 1000 кг/кмоль і вище також можуть бути отримані у водяній суспензії конденсацією ДФП та ЕХГ у присутності карбоксиметилцелюлози й інших поверхнево-активних речовин під впливом їдкою натру при 90°C протягом 2 год. Для очищення від хлориду натрію смолу промивають водою.

При роботі з епоксидними смолами можливі два шляхи проникнення в організм шкідливих речовин: інгаляційний та шкірний. Інгаляційний обумовлений наявністю у смолах летючих компонентів – епіхлоргідрину і толуолу (не більше 0,9% за масою), шкірний – безпосереднім контактом з летючими та нелетючими компонентами смоли. Летючі компоненти здійснюють дратівливу та сенсibiliзуючу дію на шкіру і слизові оболонки верхніх дихальних шляхів та очей, а також загальнотоксичну дію.

Епіхлоргідрин в концентраціях, що перевищують гранично допустимі, має високу токсичність та різко виражені дратівливі і сенсibiliзуючі властивості, викликає важкі зміни у легенях, печінці та нирках, легко проникає крізь неушкоджену шкіру і викликає гостре та хронічне отруєння.

Пари толуолу у значних концентраціях діють наркотично, здійснюють подразнюючу дію на шкіру. При тривалому впливі толуол викликає подразнення слизових оболонок очей, верхніх дихальних шляхів, запаморочення, блювоту, втрату апетиту. При безпосередньому контакті незатверділої смоли зі шкірою можливе виникнення дерматиту, у деяких випадках й алергічного характеру.

Толуол і епіхлоргідрин відносяться до легкозаймистих речовин 2-го класу небезпеки. ЕС не є вибухонебезпечними, але горять при внесенні у джерело вогню. Температура спалаху – понад 270°C.

У зв'язку з наведеними вище небезпеками організація виробничого або технологічного процесу має передбачати поточність виконання окремих операцій з мінімально можливим використанням ручної праці.

Процеси постійного виготовлення і застосування епоксидних смол та матеріалів на їх основі повинні проводитися в ізольованих приміщеннях. Приготування сполучних компаундів, клеїв на основі епоксидних смол повинно здійснюватися на автоматичних установках у спеціальному ізольованому приміщенні.

Операції з приготування епоксидних клеїв, компаундів, сполучних матеріалів (роздрібнення вихідних компонентів, їх змішування) повинні проводитися механічним способом на робочих місцях, обладнаних місцевою витяжною вентиляцією.

При механічній обробці виробів на основі епоксидних смол вид обробки, ріжучий інструмент та режим різання повинні виключати руйнування матеріалу, а саме його розтріскування, розшарування і підгоряння. Для виключення підгоряння цих матеріалів при механічній обробці слід проводити обробку виробів на основі епоксидних смол з використанням охолоджувальної емульсії.

Розігрів або затвердіння епоксидної смоли повинні проводитися у термостатах, автоклавах або у герметичних та теплоізолюваних сушильних шафах. Для нанесення епоксидних смол та компаундів на вироби необхідно користуватися інструментом, пензлями, шпателями, лопатками та іншими пристосуваннями, ручки яких забезпечені захисними екранами.

Реактори для синтезу смол та приготування компаундів повинні мати пристосування, що забезпечують вловлювання газів, парів, рідких та твердих погонів, що утворюються в ході цих процесів, а також прилади для забезпечення надійного контролю за перебігом технологічного процесу. Кришки та люки реакторів під час роботи повинні бути щільно закриті.

Реактори для синтезу смол та приготування компаундів також повинні мати спеціальні пристрої, що забезпечують відбір технологічних проб у герметичну ємність

способами, що виключають можливість надходження у повітря робочої зони шкідливих речовин.

Для захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів працівники, зайняті виготовленням, застосуванням епоксидних смол і матеріалів на їх основі, а також обробкою виробів, виготовлених на основі зв'язуючих з епоксидних смол, забезпечуються засобами індивідуального захисту. До них відносяться: халати чоловічі та жіночі, фартухи (типи А, Б, В, Г), рукавники, захисні окуляри, респіратори У-2К, ШБ-1 „Лепесток-200”, „Лепесток-40”, „Лепесток-5”.

Щоб уникнути контакту шкіри рук з епоксидною смолою і отверджувачами працівники повинні бути забезпечені поліетиленовими або гумовими рукавичками, що надягаються поверх бавовняних. Для вивантаження гарячих виробів на основі епоксидних смол з сушильних шаф повинні використовуватися суконні рукавички.

Епоксидну смолу, що потрапила на шкіру, рекомендується видалити м'якими паперовими серветками, також обмити шкіру гарячою водою з милом і щітками, висушити, змастити шкіру жирної маззю на основі ланоліну, вазеліну або касторової олії. У разі значного забруднення рук епоксидною смолою дозволяється використовувати для їх очищення етилцелозольв або мінімальні кількості ацетону. Забороняється використання для очищення рук бензолу, толуолу, чотирихлористого вуглецю та інших високотоксичних розчинників. При попаданні отверджувачів (амінів, ангідридів кислот) на шкіру або в очі необхідно їх ретельно промити водою.

При проведенні виробничих або технологічних операцій з використанням сполучних матеріалів, клеїв, компаундів, фарбувальних матеріалів на основі епоксидної смоли, пов'язаних із значним пило- та газовиділенням шкідливих речовин у повітря робочої зони, у разі неможливості технічними засобами зниження концентрації цих речовин до гранично допустимої величини працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів дихання.

Для захисту від пилу застосовуються протиаерозольні респіратори, для захисту від газоподібних хімічних речовин – респіратор РПГ. Для одночасного захисту від пилу та газів може застосовуватися респіратор РУ-60М з патроном марки А та інші.

При механічній обробці готових виробів у разі неможливості технічними засобами знизити рівні шуму до допустимої величини необхідно використовувати засоби індивідуального захисту органів слуху.

У випадках невеликого перевищення рівнів шуму можуть бути використані заглушки-вкладиші, що заглушають шум на 6-8 дБА. У разі більш високого перевищення рівнів шуму слід використовувати протишумові навушники.

У якості засобів пожежогасіння можуть використовуватися вуглекислотні та порошкові вогнегасники, вода, пара, інертний газ, азбестове полотно, пісок.

Висновки. Епоксидні матеріали використовуються практично у всіх сферах промисловості: для просочення склотканини або склонитки в електротехніці, радіоелектроніці, автомобільній та авіаційній галузях промисловості, при виробництві склопластику на будівництві, корабле- та машинобудуванні, у майстернях з ремонту човнових корпусів та кузовних елементів автомобіля, у якості покриттів для гідроізоляції, у якості хімічно стійких покриттів та ін.

Розроблено рекомендації з техніки безпеки на робочих місцях при виробництві епоксидних смол та виробів з них, дотримання яких дозволить знизити ризик ураження організму людини та мінімізувати негативний вплив шкідливих речовин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Благонравова А.А., Непомнящий А.І. Лаковые эпоксидные смолы. Москва: Химия, 1970. 248с.

2. Чернин И.З., Смехов Ф.М., Жердев Ю.В. Эпоксидные полимеры и композиции. Москва: Химия, 1982. 232с.
3. Белая Э.С., Непонящая И.Р. Эпоксидные смолы и полимерные материалы на их основе: каталог. Черкассы: НИИТЭХИМ, 1989. 55с.
4. Воробьев А. Смолы, применяемые в радиоэлектронной промышленности. *Компоненты и технологии*, 2003. № 3. С.166-167.
5. Воробьев А. Эпоксидные смолы. *Компоненты и технологии*, 2003. № 8. С.170-173.

Надійшла до редколегії 10.02.2020.

УДК 66.074:66.097

DOI 10.31319/2519-2884.36.2020.27

БЄЛОКОНЬ К.В., к.т.н., доцент
МАНІДІНА Є.А., к.т.н., доцент
ТАРАБАН Є.В., магістрант
СТОЛПАКОВА О.В., студент

Запорізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ NI-AL СПЛАВІВ НА ЇХ КАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИ ЗНЕШКОДЖЕННІ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ

Вступ. Техногенними джерелами забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю (II) (CO) і вуглеводнями (C_mH_n) є теплоелектростанції, двигуни внутрішнього згоряння, підприємства хімічної, нафтохімічної і металургійної галузей промисловості. Значні обсяги, хімічні та біологічні властивості CO та C_mH_n в газових викидах зумовлюють підвищену екологічну небезпеку в районі об'єктів, де вони утворюються.

Одним з найбільш ефективних методів захисту атмосферного повітря від забруднення оксидом вуглецю та вуглеводнями є впровадження перспективних безвідходних ресурсо- й енергозберігаючих технологічних процесів, що дозволяють уникнути або суттєво знизити викиди цих речовин в атмосферу. Але це не завжди технологічно можливо й економічно доцільно. Тому проблеми зниження викидів, що містять CO та C_mH_n , повинні вирішуватись як шляхом удосконалення й інтенсифікації традиційних методів очищення газових викидів, так і шляхом використання нових альтернативних, екологічно та економічно ефективних методів. Одним з ефективних процесів знешкодження газових викидів від CO і C_mH_n є каталітичне окиснення. Посилення санітарних та екологічних норм змушує шукати нові ефективні та економічні каталізатори для знешкодження відхідних газів промислових підприємств.

Проведено численні дослідження з цього питання для знаходження активних металів, здатних очищати гази від шкідливих сполук. При цьому велика увага приділялася попередній підготовці каталізатора, оскільки від цього залежить здатність каталізатора взаємодіяти з різними хімічними сполуками. Як правило, окремі елементи малоактивні. Тільки поєднання декількох металів дає можливість з найбільшою повнотою видаляти багато з'єднань з відхідних газів [1].

У теперішній час застосовуються каталізатори, що містять метали платинової групи (Rh, Pd, Pt) [1, 2], з чим пов'язана їх висока вартість. Таким чином, актуальним завданням є проведення наукових досліджень, спрямованих на створення більш оптимальних з економічної і технологічної точок зору сумішей і способів приготування каталізаторів. Одним із перспективних напрямків в цій галузі є розробка каталізаторів із заміною благородних металів на інтерметалідні сполуки. Розв'язання цієї задачі дозво-