

Корисна модель належить до хімічної промисловості, зокрема до способу отримання каталітичної рідини на основі карбаміду, що застосовується як реагент для очищення оксидів азоту у вихлопних газах двигунів внутрішнього згоряння та газоподібних викидів різних виробництв. Спосіб отримання каталітичної рідини на основі карбаміду передбачає дозування карбаміду та знесоленої води та обробку в кавітаційному реакторі.

Відомий спосіб отримання розчину карбаміду - патент США US20160325227A1 (опубл. 10.11.2016, заявка № US14/704,158 від 05.05.2016), в якому використовується підігрів розчинника (знесоленої води) до 50 °C перед процесом розчинення гранульованого карбаміду.

Недоліком цього способу є значні тепловтрати в процесі попереднього нагрівання, а також не вирішена задача зменшення або повного виключення вмісту біурету в кінцевому товарному продукті. Біурет - це органічна сполука ($C_2H_5N_3O_2$), що утворюється при нагріванні сечовини і є амідом алофанової кислоти, його надлишок сприяє кристалізації та закупорці систем SCR (селективного каталітичного відновлення) дизельних двигунів, що призводить до несправностей. Допустимий вміст біурету в розчині строго регламентується стандартом ISO 22241 і не повинен перевищувати 0,3 %.

Ці недоліки частково усунені в способі отримання розчину карбаміду - патент CN101695669A (опубл. 21.04.2010, заявка № CN200910092507A від 10.09.2009). Цей спосіб передбачає додавання в розчин карбаміду активованого вугілля з подальшим його вилученням методом зворотного осмосу.

Цей метод значною мірою вирішує завдання вилучення зайвого біурету, але призводить до великої кількості невідновлюваних відходів у вигляді вуглецевмісного концентрату.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення способу, взятого за найближчий аналог, для отримання нового, ефективного способу отримання каталітичної рідини на основі карбаміду, що забезпечує мінімальну енергоємність процесу, максимальну екологічність (відсутність відходів), зниження вмісту біурету до рівня, нижчого за допустимі норми ISO 22241, а також виняткову мобільність.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що в способі отримання каталітичної рідини на основі карбаміду в кавітаційному реакторі вказану рідину піддають об'ємному кавітаційному нагріванню під час її проходження через кавітаційний реактор у пульсуючому потоці та забезпечують кавітаційну обробку рідини з перебігом прямих і зворотних звукохімічних реакцій. В результаті прямих і зворотних звукохімічних реакцій масова частка біурету в отриманій рідині не перевищує 0,3 %. При цьому частота пульсацій рідини під час кавітаційної обробки становить 100 Гц - 100 кГц, і температура рідини в кавітаційному реакторі становить 30-50 °C. В заявленому способі кавітаційний реактор не містить джерел прямого нагрівання.

У кавітаційному реакторі створюються умови (надвисокі температури та тиск) для розкладання біурету на простіші речовини. Мала площа тепловіддачі кавітаційного реактора виключає великі тепловтрати при нагріванні. Кавітаційне нагрівання розчину має об'ємний характер, що виключає пригари та нерівномірність нагріву. Швидкість розчинності карбаміду збільшується в 10 разів порівняно з існуючими технологіями.

Між сукупністю ознак заявленої корисної моделі, як вона охарактеризована вище в незалежному (першому) пункті формули, і новим технічним результатом, що отримується, існує причинно-наслідковий зв'язок. Вилучення із зазначеної нової сукупності ознак хоча б однієї ознаки не забезпечує досягнення нового технічного результату, що полягає у суттєвому підвищенні якості та швидкості отримання каталітичної рідини на основі карбаміду. Отже, зазначені відмітні ознаки є суттєвими, тому що кожен із них, окремо взятий необхідний, а всі разом узяті достатні для того, щоб відрізнити даний об'єкт корисної моделі від інших об'єктів того ж призначення та отримати новий технічний результат при його використанні.

Суть способу пояснюється кресленням, на якому схематично представлено гідравлічну блок-схему отримання каталітичної рідини на основі карбаміду:

1. Пристрій дозування знесоленої води та гранульованого карбаміду.
2. Насос.
3. Кавітаційний реактор.
4. Приймальна ємність для готового продукту.

Спосіб отримання каталітичної рідини на основі карбаміду полягає в наступному.

Знесолена вода і гранульований карбамід подаються в пристрій дозування 1, в якому досягається необхідне відсоткове співвідношення цих двох компонентів, після чого за допомогою насоса 2 вказана суміш подається в кавітаційний реактор 3, де відбувається кавітаційне нагрівання, яке компенсує зниження температури під час ендотермічного процесу. Розчинення карбаміду у воді є ендотермічним процесом, що означає, що воно поглинає тепло із навколишнього середовища, викликаючи охолодження розчину. Це відбувається тому, що для руйнування кристалічної решітки сечовини та утворення водневих зв'язків з водою потрібно більше енергії, ніж виділяється при їх формуванні. Температура розчину в реакторі підтримується в діапазоні 30-50 °C завдяки об'ємному кавітаційному нагріванню.

В кавітаційному реакторі 3 гідродинамічна кавітація викликає хімічні ефекти за рахунок утворення

та схлопування бульбашок, що призводить до високих температур і тиску всередині них, а саме:

1. Утворення каверн: при проходженні рідини через кавітаційний реактор у деяких зонах швидкість потоку збільшується, а тиск різко падає нижче тиску насиченої пари. Це призводить до утворення порожнин - каверн.

2. Схлопування бульбашок: потрапляючи в ділянку підвищеного тиску, ці каверни миттєво схлопуються (імплізія).

3. Екстремальні умови: в момент схлопування всередині бульбашок виникають локальні зони з дуже високою температурою (до 5000 K) та тиском (до 1000 атм.).

Хімічний ефект кавітації - це прискорення та інтенсифікація хімічних реакцій (сонохімія), спричинена екстремальними умовами (висока температура, тиск), що виникають при схлопуванні кавітаційних бульбашок. Завдяки синергізму хімічних та фізичних процесів рівень біурету падає нижче 0,3 %, а швидкість розчинення карбаміду збільшується в 10 разів у порівнянні зі звичайними способами. Після проходження через кавітаційний реактор 3 розчин потрапляє в приймальну ємність готового продукту 4. Обробка розчину відбувається безпосередньо в потоці. Продуктивність обробки ($\text{м}^3/\text{година}$) залежить від потужності кавітаційного реактора.

