



УКРАЇНА

(19) UA (11) 97138 (13) C2

(51) МПК

B01D 53/94 (2006.01)

B01D 53/90 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ ДЛЯ ОБРОБКИ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

1

(21) a200909515

(22) 14.02.2008

(24) 10.01.2012

(86) PCT/FR2008/000186, 14.02.2008

(31) 0701305

(32) 23.02.2007

(33) FR

(46) 10.01.2012, Бюл.№ 1, 2012 р.

(72) ШМЕЛЦЛЕ П'ЕР, FR, ОРО-УРРЕА ЛЕР, FR,

ЕСКОФФ'Е СТЕФАНИ, FR, ДУС ФРАНСУАЗА, FR

(73) ТОТАЛЬ РАФФІНАЖЬ МАРКЕТИНГ, FR

(56) US 5489419 A; 06.02.1996

US 5645756 A; 08.07.1997

WO 00/75643 A1; 14.12.2000

WO 9628380 A1; 19.09.1996

(57) 1. Застосування водного розчину, який містить, як більшу частину, складову, придатну до вивільнення газоподібного аміаку при температурі понад 200 °C, і, як меншу частину, принаймні одну багатофункціональну присадку, HLB якої становить від 7 до 17, в будь-якому розпилювачі, передбаченому для додаткової обробки вихлопних газів, більш точно, в пристроях вибіркового каталітичного відновлення (SCR), для обмеження формування осадів на основі ціанурової кислоти.

2. Застосування розчину за п. 1, яке відрізняється тим, що він містить 15-40 % принаймні однієї складової, яка розкладається з утворенням газоподібного аміаку, і більше ніж 10 проміле, переважно більше ніж 100 проміле, принаймні однієї багатофункціональної присадки.

3. Застосування розчину за одним із пп. 1 і 2, яке відрізняється тим, що він містить 100-5000 проміле принаймні однієї багатофункціональної присадки.

4. Застосування розчину за одним із пп. 1-3, яке відрізняється тим, що згадана складова вибирається серед сечовини і її похідних.

5. Застосування розчину за одним із пп. 1-4, яке відрізняється тим, що багатофункціональна присадка вибирається серед водорозчинних нейтральних, іонних і амфотерних поверхнево-активних речовин.

6. Застосування розчину за одним із пп. 1-5, яке відрізняється тим, що присадки, які складаються з нейтральних поверхнево-активних речовин, вибираються серед алкоксильованих і поліалкокси-

2

льованих лінійних спиртів, алкоксильованих і поліалкоксильованих алкілфенолів, поліалкоксильованих естерів жирних кислот, аміних і амідних похідних, гомополімерів і співполімерів оксиду алкілену, переважно оксиду етилену і оксиду пропілену, алкоксильованих і поліалкоксильованих поліспиртів, окремо або в суміші.

7. Застосування розчину за одним із пп. 1-6, яке відрізняється тим, що присадки, які складаються з іонних поверхнево-активних речовин, вибираються серед лінійних алкіламінів і алкіламоніїв, лінійних діамінів, ароматичних або насичених гетероциклів, які містять один або більшу кількість атомів азоту, циклічних сполук імідазольного типу, етерамідів і етерамідів, оксіамінів і етоксіамінів, окремо або в суміші.

8. Застосування розчину за одним із пп. 1-7, яке відрізняється тим, що присадки, які складаються з амфотерних поверхнево-активних речовин, вибираються серед амінокислот і їх імідних або амідних похідних, окремо або в суміші.

9. Застосування розчину за одним із пп. 1-8, яке відрізняється тим, що присадки вибираються серед поліалкоксильованих лінійних або розгалужених жирних спиртів, які містять вуглецевмісні ланцюги з 3-40 атомами вуглецю і 5-10 алкоксильованих фрагментів, і мають HLB, яке становить від 10 до 15, і поліалкоксильованих естерів жирних кислот, які містять 1-40 алкоксильованих фрагментів на естерний ланцюг і мають HLB, яке становить від 8 до 14.

10. Застосування розчину за одним із пп. 1-9, яке відрізняється тим, що поліалкоксильовані спирти мають етоксильовані і/або пропоксильовані групи.

11. Застосування розчину за одним із пп. 1-10, яке відрізняється тим, що поліалкоксильовані естери жирних кислот одержують взаємодією C5-C24 жирних кислот з поліолами, які містять 1-5 гідроксильних груп OH, і принаймні одним оксидом алкілену.

12. Застосування розчину за одним із пп. 1-11, яке відрізняється тим, що поліалкоксильовані естери жирних кислот є поліалкоксильованими естерами гліколю і/або гліцерину і жирної кислоти.

13. Застосування розчину за одним із пп. 1-12, яке відрізняється тим, що поліалкоксильовані естери

(13) C2

(11) 97138

(19) UA

жирних кислот є поліетоксильованими і/або пропоксильованими естерами жирних кислот.

14. Спосіб використання SCR для додаткової обробки вихлопних газів, у якому випарюють при температурі 200-400 °C водний розчин, який містить, як більшу частину, складову, придатну до

вивільнення газоподібного аміаку при температурі понад 200 °C, і, як меншу частину, принаймні одну багатofункціональну присадку, HLB якої становить від 7 до 17.

15. Спосіб за п. 14, який **відрізняється** тим, що водний розчин є розчином за одним із пп. 2-13.

Представлений винахід належить до розчину для обробки вихлопних газів на виході бортових або стаціонарних дизельних двигунів. Він також відноситься до використання його в будь-якому пристрої для обробки цих вихлопних газів, незважаючи на те, чи двигуни є двигунами вантажівок або двигунами для легкових автомобілів або також двигунами для стаціонарних застосувань в промисловості.

Європейські стандарти, які відносяться до забруднення навколишнього середовища дизельним паливом, зокрема дизельними паливами, які використовуються для вантажівок, зробили можливим вплинути на ефективність двигунів і значно знизити викиди, які є шкідливими для навколишнього середовища. По-перше, за допомогою стандартів EURO2 і EURO3 були змінені параметри горіння двигунів для вантажівок. Стандарт EURO4 вплинув на виробників двигунів для вантажівок, які вибирали додаткову обробку для вихлопних газів, тобто SCR (Система Зниження Токсичності Вихлопу), EGR (Система Повторного Спалювання Вихлопних Газів) і сажові фільтри (PF). Ці різні засоби для додаткових обробок можуть встановлюватися окремо або в комбінації, оскільки вони не завжди діють на одні і ті ж забруднюючі речовини, присутні у вихлопних газах.

Більшість європейських виробників двигунів для вантажівок обрали додаткову обробку засобом SCR для вихлопів своїх двигунів, яка впливає виключно на зниження оксидів азоту, присутніх у газах, іншою перевагою цього способу є те, що він дозволяє значне зниження споживання палива завдяки оптимальним настройкам двигуна.

Додаткова обробка засобом SCR полягає у зниженні NOx або оксидів азоту на каталізаторі, який містить платину та паладій, і в присутності газоподібного аміаку. Для введення газоподібного аміаку у вихлопний газ, відомим способом є безпосереднє одержання його в трубі перед засобом SCR шляхом випарювання водного розчину сечовини, який, при введенні з середньою температурою, яка головним чином змінюється від 200 до 400 °C, поступово розкладається з утворенням газоподібного аміаку.

В певних конфігураціях встановлення SCR і введення сечовини, виробники відмітили появу осадів у вихлопних трубах перед входом до SCR. Ці осадки можуть бути достатньо великими для часткового або навіть повного блокування вихлопної труби, таким чином призводячи до втрати потужності двигуна. При сталій конфігурації введення, кількість утворених осадів більша при низьких температурах, а ніж при високих температурах.

Згідно з проведеними аналізами, основна частина цих осадів утворена ціанурою кислотою, яка одержується з неповного розкладу сечовини. Ця ціанурова кислота може сублімувати і знову виробляти газоподібний аміак; ця реакція може відбуватися тільки при дуже високій температурі, більшій за 450 °C, яка дуже рідко досягається у цьому місці у вихлопних трубах.

Більше того, було відмічено, що ці осадки були присутніми в трубах, які мали коліна внаслідок нестачі простору в транспортному засобі, і там, де відстань, яка відділяє місце введення сечовини та перше коліно, є занадто малою. Припускається, що у цьому типі конфігурації частина крапель сечовини не має часу для випаровування і повного розкладання з утворенням газоподібного аміаку. Вони осідають на стінці труби, яка є занадто "холодною", для надання можливості повного розкладу з утворенням газоподібного аміаку, і вони розкладаються тільки частково, утворюючи осадки ціанурою кислоти, яка прилипає до стінки.

Документ US 5489419 описує спосіб зниження забруднюючих речовин, утворених під час згорання, більш точно NOx, шляхом вибіркового некаталітичного відновлення (SNCR), використовуючи речовину, яка знижує вміст NOx, головним чином сечовину, у водному розчині. Для підвищення надійності введення розчину сечовини в камеру згорання, в D1 пропонують додавати поверхнево-активну речовину до водного розчину сечовини для одержання спрею сечовини, у якому середній розмір крапель менший і їх гранулометричний склад більш обмежений, а ніж у спреї сечовини без поверхнево-активної речовини.

В документі US 5645756 пропонується покращити надійність пристрою, який контактує з водними розчинами сечовини, приготованими з водою, яка має твердість, якою не можна нехтувати внаслідок присутності іонів кальцію, магнію і карбонату, і подібного (порівняти кол. 3, рядки 13-49). Для вирішення цієї технічної задачі, в D2 пропонують додавати водні розчини сечовини для пом'якшення води, які вибираються серед розчинних у воді фосфонатів.

Документ WO 00/75643 описує спосіб контролю кількості розчину сечовини, використововуваного в системі, передбаченій для зниження вмісту NOx, зокрема у процесах горіння з вибіркоким каталітичним відновленням (SCR). Цей спосіб полягає у введенні флуоресцентного ізотопного індикатора в розчин сечовини і контроль зміни сигналу як функції від часу, більше того, цей флуоресцентний ізотопний елемент здатний володіти властивостями поверхнево-активної речовини.

Жоден документ попереднього рівня техніки не зазначає формування осадів, окрім певних документів, які пропонують нові конструкції інжекторів для цих розчинів для уникнення такого формування осадів без уточнення їх природи.

Тому, представлений винахід пропонує використовувати водний розчин, який містить, як основну частину, складову, здатну до вивільнення газоподібного аміаку при температурі понад 200 °C, і, як основну частину, принаймні одну багатофункціональну присадку, HLB (гідрофільний/ліпофільний баланс) якої становить від 7 до 17, для обмеження формування осадів на основі ціанурової кислоти в будь-якому розпилювачі, передбаченому для додаткової обробки вихлопних газів, більш точно в пристроях SCR. Водний розчин містить сполуку, придатну до розкладання з одержанням газоподібного аміаку, який легко випаровується при введенні, і який значно обмежує осаді ціанурової кислоти на "холодних" стінках.

Більше того, цей розчин може використовуватися в будь-якому розпилювачі, передбаченому для додаткової обробки вихлопних газів.

Згідно з переважним варіантом використання, розчин містить 15-40 % принаймні однієї складової, яка розкладається з утворенням газоподібного аміаку, і більше ніж 10 промілей, переважно більше ніж 100 промілей принаймні однієї багатофункціональної присадки.

Згідно з переважним варіантом використання, розчин містить 100-5000 промілей принаймні однієї багатофункціональної присадки, переважно 500-1000 промілей.

Згідно з переважним варіантом використання, згадана складова вибирається серед сечовини і її похідних.

Згідно з переважним варіантом використання, багатофункціональна присадка вибирається серед водорозчинних нейтральних іонних і амфотерних поверхнево-активних речовин.

Згідно з переважним варіантом використання, присадки, які складаються з нейтральних поверхнево-активних речовин, вибираються серед лінійних алкоксильованих і поліалкоксильованих спиртів, алкоксильованих і поліалкоксильованих алкілфенолів, поліалкоксильованих естерів жирних кислот, аміних і амідних похідних, гомополімерів і співполімерів оксиду алкілену, переважно оксиду етилену і оксиду пропілену, алкоксильованих і поліалкоксильованих поліспиртів, окремо або в суміші.

Згідно з переважним варіантом використання, присадки, які складаються з іонних поверхнево-активних речовин, вибираються серед лінійних алкіламінів і алкіламоніїв, лінійних діамінів, ароматичних або насичених гетероциклів, які містять один або більшу кількість атомів азоту, циклічних сполук імідазольного типу, етерамінів і етерамідів, оксиамінів і етоксиамінів, окремо або в суміші.

Згідно з переважним варіантом використання, присадки, які складаються з амфотерних поверхнево-активних речовин, вибираються серед амінокислот і їх імідних або амідних похідних окремо або в суміші.

Згідно з переважним варіантом використання, присадки вибираються серед поліалкоксильованих лінійних або розгалужених жирних спиртів, які містять вуглецеві ланцюги з 3-40 атомами вуглецю і 5-10 алкоксильованих фрагментів, і мають HLB, який становить від 10 до 15, і поліалкоксильованих естерів жирних кислот, які містять 1-40 алкоксильованих фрагментів на естерний ланцюг, і мають HLB, який становить від 8 до 14.

Згідно з переважним варіантом використання, поліалкоксильовані спирти мають етоксильовані і/або пропоксильовані групи.

Згідно з переважним варіантом використання, поліалкоксильовані естери жирних кислот одержуються взаємодією C5-C24 жирних кислот з поліолами, які мають 1-5 гідроксильних груп OH, і принаймні одним оксидом алкілену.

Згідно з переважним варіантом використання, поліалкоксильовані естери жирних кислот є поліалкоксильованими естерами гліколю і/або гліцерину та жирної кислоти.

Згідно з переважним варіантом використання, поліалкоксильовані естери жирних кислот є поліетоксильованими і/або пропоксильованими естерами жирних кислот.

Згідно з переважним варіантом використання, на додаток до протиспінювальних присадок (спирти, алкени, змішані з однією або більшою кількістю неіонних поверхнево-активних речовин, і подібне), розчин містить співрозчинники, передбачені для стимулювання розчинення поверхнево-активної речовини або поверхнево-активних речовин у водному розчині.

Згідно з іншим об'єктом, винахід відноситься до способу застосування SCR для додаткової обробки вихлопних газів, у якому випарюють при температурі 200-400 °C водний розчин, який містить, як основну частину, складову, придатну до вивільнення газоподібного аміаку при температурі понад 200 °C і, як основну частину, принаймні одну багатофункціональну присадку, HLB якої становить від 7 до 17.

Переважно, у способі згідно з винаходом водний розчин є попередньо визначеним розчином.

Тому, об'єктом представленого винаходу є використання водного розчину для обмеження формування осадів на основі ціанурової кислоти в будь-якому розпилювачі, передбаченому для додаткової обробки вихлопних газів, який містить, як основну частину, компонент, придатний до вивільнення газоподібного аміаку шляхом підвищення температури, і, як основну частину, принаймні одну поверхнево-активну сполуку, HLB якої становить від 7 до 17.

Під HLB розуміють гідрофільний/ліпофільний баланс згаданої використовуваної присадки.

Цей водний розчин особливо вигідний тим, що його краплі краще диспергуються внаслідок їх характеристик здатності до зволоження і кращого поверхневого натягу по відношенню до розчинів попереднього рівня техніки; вони випаровуються і розкладаються легше в газоподібному аміаці до досягання "холодної" стінки.

Згідно з переважним варіантом використання винаходу, розчин містить 15-40 % принаймні однієї

складової, яка розкладається з наданням газоподібного аміаку, і більше ніж 10 промілей, переважно більше ніж 100 промілей, принаймні однієї багатофункціональної присадки.

Для одержання задовільної ефективності, наприклад зменшення більше ніж на, принаймні, 50 % осадів, розчин містить 100-5000 промілей і переважно 500-1000 промілей принаймні однієї багатофункціональної присадки.

В рамках представленого винаходу згадана складова вибирається серед сечовини і її похідних.

Для зменшення осадів, багатофункціональну присадку переважно вибирають серед водорозчинних іонних і амфотерних нейтральних або неіонних поверхнево-активних речовин.

Присадка, яка складається з принаймні однієї нейтральної або неіонної поверхнево-активної речовини, вибирається серед алкоксильованих і поліалкоксильованих лінійних спиртів, алкоксильованих і поліалкоксильованих алкілфенолів, поліалкоксильованих естерів жирних кислот, аміних похідних і амідних похідних, гомополімерів і співполімерів оксиду алкілену, переважно оксиду етилену і оксиду пропілену, алкоксильованих і поліалкоксильованих поліспиртів, окремо або в суміші.

Присадку, яка складається з принаймні однієї іонної поверхнево-активної речовини (катіонної або аніонної), вибирають серед лінійних алкіламінів і алкіламоніїв, лінійних діамінів, ароматичних або насичених гетероциклів, які містять один або більшу кількість атомів азоту, циклічних сполук імідазольного типу, етерамінів і етерамідів, оксиамінів і етоксiamiнів, окремо або в суміші.

Присадку, яка складається з принаймні однієї амфотерної поверхнево-активної речовини, вибирають серед амінокислот і їх імідних або амідних похідних, окремо або в суміші.

В переважному варіанті використання винаходу, присадку вибирають серед неіонних поверхнево-активних речовин і, переважно, серед поліалкоксильованих лінійних або розгалужених жирних спиртів, які містять вуглецеві ланцюги з 3-40 атомами вуглецю і 5-10 алкоксильованих фрагментів, і мають HLB, яке становить від 10 до 15, і поліалкоксильованих естерів жирних кислот, які мають 1-40 алкокси фрагментів на естерний ланцюг, і мають HLB, яке становить від 8 до 14.

Переважно, поліалкоксильовані спирти мають етоксильовані і/або пропоксильовані групи.

Більш точно, присадка вибирається серед поліалкоксильованих естерів жирних кислот, одержаних взаємодією C5-C24 жирних кислот з поліолами, які мають 1-5 гідроксильних груп OH, і принаймні одним оксидом алкілену. Правовий об'єм винаходу не повинен перевищуватися, якщо для одержання цих естерів, оксиди алкілену вводяться у взаємодію з рослинними або тваринними маслами, наприклад рапсовою, соняшниковою, пальмовою, соєвою, сосною оліями або тваринним жиром.

Серед поліалкоксильованих естерів жирних кислот, перевагу надають поліалкоксильованим естерам гліколю і/або гліцерину та жирної кислоти,

більш точно, поліетоксильованим і/або пропоксильованим естерам.

Водний розчин може містити одну або більшу кількість присадок, відмінних від вищевказаних багатофункціональних присадок, таких як, наприклад, протиспінювальні присадки (спирти, алкени в суміші з однією або більшою кількістю неіонних поверхнево-активних речовин і подібного), співрозчинники, передбачені для стимулювання розчинення поверхнево-активної речовини або поверхнево-активних речовин у водному розчині.

Водний розчин готується звичайним способом шляхом змішування його складових, переважно при температурі навколишнього середовища, типово в межах від 10 до 60 °C.

Головним чином перевага надається водорозчинним багатофункціональним присадкам, більш точно, які розчиняються при температурі навколишнього середовища.

По причині швидкості змішування складових водного розчину, бажано уникати тістоподібних і/або твердих компонентів.

Переважно, водні розчини відповідають стандарту ISO 2241-1 стосовно кількостей, наведених в Таблиці 1 згаданого стандарту (альдегіди, нерозчинна речовина, фосфат, кальцій, залізо, мідь, цинк, хром, нікель, алюміній, натрій, калій) і головним чином не містять жодного елемента і/або компонента в такій кількості, що вона здатна бути каталітичною отрутою SCR.

Варіант використання винаходу є застосуванням водного розчину в будь-якому розпилювачі, передбаченому для додаткової обробки вихлопних газів, більш точно в пристроях SCR.

Нижченаведені приклади надані як ілюстрація ознак винаходу, але не для обмеження його об'єму.

Приклад I

Представлений приклад націлений на відображення впливу додавання присадки і її концентрації на зменшення осадів на холодних стінках.

Одержували водні розчини, позначені Si, які містили сечовину в кількості 32,5 % у воді і підвищували концентрації присадок В-Т: вони описуються в нижченаведеній Таблиці I.

В є поліетоксильованим жирним спиртом, який містить 7,5 етоксильованих груп на вуглецеві ланцюзі з 27 атомів вуглецю, HLB дорівнює 13,5, продається компанією Ceca S.A.

С є поліетоксильованим тригліцеридом, який має 30 етоксильованих фрагментів для HLB, що дорівнює 12. Він є тістоподібним при температурі навколишнього середовища і вимагає нагрівання до 40 °C перед поміщенням в розчин у водному середовищі.

Д є сумішшю спиртів, алкенів і неіонних поверхнево-активних речовин.

Е є сумішшю амінів, диметил C12-18 алкілів і N-оксидів.

Ф є моногідратом октан-1-сульфонату натрію.

Г є сумішшю поліетиленгліколю, поліпропіленгліколю, монобутилового етеру. Вона є дуже в'язкою при температурі навколишнього середовища.

Н є сумішшю етоксильованих і пропоксильованих C10-12 спиртів.

I є діетаноламідом кокосового масла.
 J є сумішшю алкілфосфату, октану-1-олу і декан-1-олу.
 K є сумішшю фосфорної кислоти, бутилового естеру і калієвої солі.
 L є діоктилсульфосукцинатом натрію.
 M є етоксильованою касторовою олією, яка містить 20 етоксильованих фрагментів з HLB, яке дорівнює 10.
 N є етоксильованим тригліцеридом, який містить 30 етоксильованих фрагментів з HLB, який дорівнює 11,8.
 O є етоксильованою касторовою олією, яка містить 40 етоксильованих фрагментів з HLB, який дорівнює 13. Вона є тістоподібною при температурі навколишнього середовища.

P є сумішшю етоксильованих C12-C14 спиртів, які містять 10 етоксильованих фрагментів з HLB, який дорівнює 11,3.

Q є етоксильованою канолювою олією, яка містить 30 етоксильованих фрагментів з HLB, який дорівнює 11,3.

R є етоксильованим тригліцеридом, який містить 60 етоксильованих фрагментів. Він є тістоподібним при температурі навколишнього середовища.

S є аліфатичним поліетером з кислими групами.

T є сумішшю співполімеру, етоксильованого малеатового спирту і альфа-олефінів.

Таблиця I

Водний розчин	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Поверхнево-активна речовина В-Т (проміль)	0	10	50	100	500	1000	5000

Ці водні розчини сечовини з або без додавання присадок використовуються на двигуні в групових тестах, які відображають використання в місцях (автобус або транспортний засіб для збирання домашніх відходів) за умов оптимізованої температури для стимулювання формування осадів.

Розглядалися температури, які становили 250-320 °C.

Спостережувані зменшення осадів внаслідок присутності присадок наведені в нижчезказаній Таблиці II.

Таблиця II

Зменшення (в %) осадів за допомогою досліджуваних присадок (окремо і в сумішах)

Водний розчин	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Концентрація Присадки (проміль)	0	10	50	100	500	1000	5000
B				50	75	80	85
C				-	69	79	-
D				-	55	58	-
E				-	-	13	-
F				-	-	21	-
G				-	-	61	-
H				-	-	46	-
I				-	-	46	-
J				-	-	46	-
K				-		32	-
L				-	-	64	-
M + 150 проміль D				-	63	-	-
N + 150 проміль D				-	63	-	-
O + 150 проміль D				-	55	-	-
P + 150 проміль D				-	72	-	-
Q				-	49	53	-
R + 150 проміль D					54		
S + 150 проміль D				-	24	-	-
T + 150 проміль D				-	29	-	-

Відмічається, що застосування багатофункціональної присадки згідно з винаходом робить можливим зменшувати осади в усіх випадках з вищою або нижчою ефективністю. Певні присадки роблять можливим досягати дуже низьких рівнів осадів (до 80 % зменшення осаду).

Для прикладів, наведених в Таблиці II, відзначається, що осади зменшуються на більше ніж на 50 %, коли вміст присадки вищий або дорівнює 100 проміль. Окрім того, при концентрації 1000 проміль, відзначається, що досягається концентрація, при якій ефективність присадки оптимальна.

Приклад II

Представлений приклад описує вплив додавання присадок на поверхневий натяг крапель водного розчину.

Результати вимірювання значень поверхневого натягу для різних розчинів Si надані в мН/м (міліньютон/метр) у нижчеказаній Таблиці III.

Таблиця III

Водний розчин	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Концентрація Присадки (проміль)	0	10	50	100	500	1000	5000
B	73,3	59,0	48,7	39,1	27,2	26,1	26,6
C	73,3	49,1	53,4	49,3	46,6	45,4	-
D	73,3	66,1	53,3	43	38,7	34,3	33,3
E	73,3	-	-	-	44,2	57,7	-
F	73,3	-	-	-	69,1	51,9	-
G	73,3	-	-	-	41	40,3	-
H	73,3	-	-	-	32,9	33,6	-
I	73,3	-	-	-	49,8	49,7	-
J	73,3	-	-	-	24,6	24,3	-
K	73,3	-	-	-	65,8	65,3	-
L	73,3	-	-	-	37,4	32,6	-
M	73,3	-	-	-	43,2	42,4	-
N	73,3	-	-	-	43,4	42,3	-
O	73,3	-	-	-	44,2	42,4	-
P	73,3	-	-	-	47,8	47	-
Q	73,3	-	-	-	32,8	33,3	-
R	73,3	-	-	-	44,7	43,8	-
S	73,3	-	-	-	53,8	48,8	-
T	73,3	-	-	-	57,1	53,1	-

Відзначається, що кількість осадів, сформованих на стінках вихлопних труб, зменшується із зменшенням поверхневого натягу розчину сечовини, до якого були додані присадки, і залежить від концентрації присадки. Окрім того, починаючи з кількості 500 проміль, поверхневий натяг досягає асимптотичного значення. По цій причині, для присадок E-T досліджували тільки концентрацію 500 і 1000 проміль.

Приклад III

Гранулометрія крапель в спреї сечовини вивчалась дифракцією лазерного променя. Результати цього дослідження показують, що вимірювання гранулометрії спрею не порушується присутністю поверхнево-активної присадки (вимірювання середнього еквівалентного діаметра "SMD mid" і діаметра "Dv90").