

3. ГОСТ 22985-90 ГрупаВ19 Міжурядовий стандартний метод визначення сірководню та меркаптанової сірки.

4. ДСТУ 4047-2001 Гази зріджені. Паливні газы для комунального споживання. Технічні умови

### **REDUCTION OF CORROSION ACTIVITY OF LIQUEFIED GAS**

*О. Козін<sup>1</sup>, С. Нестеренко<sup>2</sup>, Л. Банніков<sup>3</sup>, Д. Донський<sup>4</sup>.*

*Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketova,  
St. 17 Marshala Bazhanov St., Kharkiv, 61002, Ukraine,*

*1 Oleksandr Kozin, graduate student of the Department of Oil and Gas Extraction, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", e-mail: [ii418976@gmail.com](mailto:ii418976@gmail.com).*

*2. Serhiy Nesterenko, associate professor of the Department of Chemistry and Integrated Technologies of Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketova, e-mail: [nester.hnamg@gmail.com](mailto:nester.hnamg@gmail.com).*

*3. Leonid Bannikov, head of the chemical department of the State Enterprise "Ukrainian State Research Coal Chemical Institute (UKHIN)", e-mail: [ukhinbannikov@gmail.com](mailto:ukhinbannikov@gmail.com).*

*4. Dmytro Donskyi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Extraction, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", [dfdonsky965@ukr.net](mailto:dfdonsky965@ukr.net)*

In this work, a study was conducted and recommendations were developed to increase the efficiency of cleaning liquefied gas from mercaptans and hydrogen sulfide when using alkaline washing with an oxidizer in the conditions of industrial liquefied gas extraction at the installation of TCSK UPGGK "JSC Ukrgazvydobuvannya" in the village Basilivshchyna

**Key words:** oxidizer, liquefied natural gas, copper plate test, hydrogen sulfide, washing solution.

УДК 665.6/7

### **ДЕЗАКТИВАТОР ПРОФОРНИХ ВІДКЛАДЕНЬ**

*О. Козін<sup>1</sup>, С. Нестеренко<sup>2</sup>, Л. Банніков<sup>3</sup>, Д. Донський<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" 61002, Харків, вул.Кирпичова 2*

*<sup>2</sup> Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна,*

*<sup>3</sup> Державне підприємство «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)», 61023, м. Харків, вул. Весніна, 7, Україна.*

*1 Олександр Козін, аспірант кафедри видобування нафти і газу, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", e-mail: [iii418976@gmail.com](mailto:iii418976@gmail.com).*

*2. Сергій Нестеренко, доцент кафедри хімії та інтегрованих технологій Харківського Національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, e-mail: [nester.hnamg@gmail.com](mailto:nester.hnamg@gmail.com).*

*3. Леонід Банніков, завідувач хімічним відділом Державного підприємства «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)», e-mail: [ukhinbannikov@gmail.com](mailto:ukhinbannikov@gmail.com).*

*4. Дмитро Донський, канд.техн.наук, доцент кафедри видобування нафти і газу, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", [dfdonsky965@ukr.net](mailto:dfdonsky965@ukr.net)*

Полімерні сполуки, які утворюються при очищенні коксового газу від сірководню мають низку цінних властивостей, зокрема поверхнево-активних речовин, що зумовлено

наявністю активних функціональних груп, які гальмують процеси окислення. Поєднання цих речовин з фосфатами та силікатами дає змогу створити ефективний дезактиватор пірофорних сполук. Ефективність зниження пірофорної активності оцінювали за величиною температури самозаймання дослідних зразків пірофорних відкладень на обладнанні установки добування зрідженого газу. Визначено оптимальний склад з найкращими дезактивуючими властивостями.

**Ключові слова:** полімерні сполуки, фосфати, температури самозаймання, поверхнево активна речовина.

У промисловості, мають місце випадки вибухів і пожеж, справжні причини яких встановити важко, а часто практично неможливо. Проблеми боротьби із самозайманням пірофорних відкладень у нафтогазовій галузі промисловості існують на всіх етапах освоєння родовищ сірковмісної вуглеводневої сировини. Тому, беручи до уваги важливість цієї проблеми, у цій статті викладаються результати випробування дезактиватора пірофорних сполук заліза і наводяться шляхи попередження їх самозаймання при температурі навколишнього повітря та атмосферного тиску. Температура самозаймання пірофорних сполук, зазвичай, не вище 50°C. До цієї групи речовин відносять пірофорні сульфідів заліза типу FeS, Fe<sub>2</sub>S, Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, що утворюються при взаємодії сірководню з продуктами атмосферної корозії заліза. Відомо, що утворення пірофорних відкладень у виробничих умовах обумовлено корозійним впливом сірководню на конструкційні сталі. При цьому найбільшу активність виявляють меркаптани з невеликою молекулярною масою. Експериментальними дослідженнями встановлено, що при збільшенні тиску середовища пірофорна активність сульфідів заліза помітно зростає, відповідно зменшується і гранично безпечний вміст кисню у середовищі, що активує самозаймання.

Дослідження активності пірофорних сульфідів заліза, виконані при атмосферному тиску та тиску 5,0 і 10 МПа (за інших рівних умов), показали, що в першому випадку зразки сульфідів заліза самозаймаються через 4-8 хв. після початку подачі повітря, у другому – температура піднімається миттєво. В ході досліджень визначено, що гранично безпечний вміст кисню до 10,0 МПа, що не викликає помітного самонагрівання пірофорних сульфідів заліза, може бути прийнято на рівні 2%. При атмосферному тиску гранично безпечний вміст кисню становить 6-7% [1]. Відомі, наприклад, випадки самозаймання пірофорних відкладень за температури повітря мінус 20°C. У деяких пірофорних речовин здатність до самозаймання проявляється при звичайних температурах повітря (сульфід окису заліза), в інших - при деякому початковому підвищенні температури (сульфід закису заліза).

Істотне збільшення вологості пірофорних відкладень унеможливорює їх самозаймання. Тому, під час очищення технологічного обладнання, відкладення рекомендується підтримувати у вологому стані, або збирати під шаром води до видалення їх з виробничої території [2]. Внутрішні поверхні обладнання з метою запобігання їх самозаймання рекомендується періодично змочувати водою.

Ефективним засобом запобігання утворенню пірофорних відкладень у технологічному обладнанні є захисні покриття, функціональне призначення яких зводиться до створення фізико-хімічного бар'єру між сталлю та корозійно-активним середовищем. Запобігання самозаймання пірофорних відкладень у технологічному устаткуванні може бути досягнуто шляхом їх дезактивації - хімічного перетворення на не пірофорний продукт, або флегматизації, тобто. створення таких умов, в яких прояв пірофорних властивостей речовини стає неможливим. Випорожнення ємності зі швидкістю зниження рівня 0,5-1,0 м/год для забезпечення повільного окислення сірковмісних сполук у міру їх висихання.

Випробування отриманого дезактиватора пірофорних відкладень проводили в умовах промислового добування зрідженого газу на установці ТЦСК УПГК «АТ Укргазвидобування» с. Базилівщина.

Метою випробувань була перевірка основних положень технології очищення резервуарів від активних пірофорних відкладень та забезпечення пожежної безпеки під час проведення цих робіт. До завдань випробувань входить: оцінка активності пірофорних відкладень до початку очисних робіт та після завершення процесу їх дезактивації; визначення концентрації парів вуглеводнів у газовому просторі резервуара та у приземному шарі атмосфери навколо нього; оцінка ступеня очищення резервуара при митті технічними миючими засобами; експериментальна перевірка прийнятих методів контролю процесів очищення, дезактивації та дегазації. Для проведення процесу дезактивації була обрана вертикальна ємність об'ємом 10 м<sup>3</sup>. Попередньо, за раніше розробленою технологією, було отримано 0,5 кг пірофорного сульфіді заліза і визначено його активність, яка склалася 300°C. Вони були змішані з брудно-парафіністими відкладеннями, відібраними із зупинених на поточний ремонт резервуарів і нанесені на спеціально виготовлені чотири сталеві (Ст-3) пластини (зразки-свідки). Товщина нанесеного шару становила 0,8-1,2 мм. Як показали результати випробувань пірофорні відкладення, що мають вихідну активність 300°C після дезактивації, практично втратили свою активність (24°C). Поряд з цим, необхідно відзначити різке зменшення вибухонебезпечних концентрацій парів вуглеводнів в резервуарі, що також вказує на ступінь безпеки процесу, що проводиться. Таким чином, результати полігонних випробувань підтверджують високу дезактивуєчу активність отриманого реагенту.

### Бібліографічний список

1. Кольцов К.С., Попов Б.Г. «Самовозгорание твердых веществ и материалов и его профилактика», М.: Химия, 1978.-160с.
2. НПАОП 11.1-1.16-23 Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості

### DEACTIVATOR OF PYROPHORIC DEPOSITS

*O. Kozin<sup>1</sup>, S. Nesterenko<sup>2</sup>, L. Bannikov<sup>3</sup>, D. Donsky<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, 2 Kirpychova St,*

<sup>2</sup>*Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketova, St. 17 Marshala Bazhanov St., Kharkiv, 61002, Ukraine,*

<sup>3</sup>State enterprise "Ukrainian State Research Coal Chemical Institute (UKHIN)", 61023, Kharkiv, str. Vesnina, 7, Ukraine.

1 Oleksandr Kozin, graduate student of the Department of Oil and Gas Extraction, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", [iii418976@gmail.com](mailto:iii418976@gmail.com).

2. Serhiy Nesterenko, associate professor of the Department of Chemistry and Integrated Technologies of Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketova, e-mail: [nester.hnamg@gmail.com](mailto:nester.hnamg@gmail.com).

3. Leonid Bannikov, head of the chemical department of the State Enterprise "Ukrainian State Research Coal Chemical Institute (UKHIN)", e-mail: [ukhinbannikov@gmail.com](mailto:ukhinbannikov@gmail.com).

4. Dmytro Donskyi, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Extraction, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", [dfdonsky965@ukr.net](mailto:dfdonsky965@ukr.net)

*Polymeric compounds that are formed during the purification of coke gas have a number of valuable properties, in particular, surface-active substances, which is due to the presence of active functional groups that inhibit oxidation processes. The combination of these substances with phosphates and silicates makes it possible to create an effective deactivator of pyrophoric compounds. The effectiveness of reducing pyrophoric activity was evaluated by the self-ignition temperature of experimental samples of pyrophoric deposits on the equipment of the liquefied gas extraction installation. The optimal composition with the best deactivating properties was determined.*

**Key words:** polymer compounds, phosphates, auto-ignition temperature, surfactant.

## ПЛАСТИФІКУЮЧИЙ ДОДАТОК ДО ДОРОЖНІХ БІТУМІВ НА ОСНОВІ ВИСОКОСІРЧИСТОГО БУРОГО ВУГІЛЛЯ

С.В. Пиш'єв<sup>1</sup>, М.С. Швед<sup>2</sup>, Ю.В. Присяжний<sup>3</sup>

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. С.Бандери, 12, 79013

<sup>1</sup>Пиш'єв Сергій Вікторович, докт. техн. наук, професор, професор кафедри хімічної технології переробки нафти та газу (ХТНГ)

<sup>2</sup>Швед Марія Євгенівна, к.т.н. асистент кафедри захисту інформації, e-mail: [mariia.y.shved@lpnu.ua](mailto:mariia.y.shved@lpnu.ua)

<sup>3</sup>Присяжний Юрій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри ХТНГ

Вивчено можливість використання смоли розкладу органічної частини бурого вугілля як пластифікатора дорожнього бітуму. Додавання смоли до бітуму, модифікованого КІС покращує його пластичні властивості, при цьому практично не зменшує температуру розм'якшення. Збільшення дозування пластифікатора призводить до зростання пенетрації і дуктильності отриманої суміші.

**Ключові слова:** буре вугілля, оксидатійне знесірчення, пластифікуючий додаток, дорожній бітум

Однією з найпоширеніших корисних копалин України є буре вугілля (БВ), загальна кількість запасів – 2393 млн. т). Доволі високі зольність та вміст сірки у бурому вугіллі, технологічні ускладнення під час його спалювання та ряд політично-економічних чинників призвели до стрімкого скорочення обсягів видобутку БВ та занепаду буровугільних підприємств в цілому [1].

Низька якість покладів вітчизняного вугілля стала причиною постійного пошуку нових методів її покращення або безпечних напрямів використання такого вугілля у вихідному (високосірчистому) стані. Наприклад, роботи [2-3] показали, що одним з перспективних методів вилучення сірки з вугілля є його