

УДК 681.3:665.66(045)

DOI: 10.18372/0370-2197.4(93).16281

С. О. ПУЗІК, С. В. КАРПЕНКО, М. І. КОВГАН

*Національний авіаційний університет, Київ***ТЕХНОЛОГІЯ ЗАЧИЩЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ РЕЗЕРВУАРІВ
ВІД ВІДКЛАДЕНЬ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ ЗАБРУДНЕНЬ**

З'ясовано переваги зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від забруднень гранулами льоду різного діаметру у порівнянні з іншими методами. Запропонована технологія зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від забруднень за допомогою розробленого в НАУ пристрою очищення внутрішньої поверхні резервуару. Наведена технологічна схема та принцип її роботи.

Ключові слова: резервуар, паливо, високов'язкі забруднення, зачищення, гранули льоду, техніко-економічний аналіз.

Вступ. На сьогодні в Україні у процесі експлуатації резервуарів паливо-заправних комплексів аеропортів цивільного авіаційного транспорту і автозаправних станцій необхідно, відповідно до вимог нормативної документації [1], проведення періодичного зачищення резервуарів від забруднень. Накопичення в резервуарі високов'язких забруднень, іржі та смолистих відкладень палива може призвести до зниження його кондиційності, корозії внутрішньої поверхні резервуарів, їх псування та негативно впливати на екологічну безпеку, безпеку польотів повітряних суден, функціонування спецтранспорту, що напряму залежить від якості палива. Таким чином, актуальною є технологія зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від забруднень [2]. Вибір тої чи іншої технології зачищення внутрішньої поверхні резервуарів полягає в їх техніко-економічному аналізі.

Аналіз публікацій та постановка мети. Техніко-економічний аналіз існуючих методів зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від забруднень показав, що традиційні методи очищення внутрішньої поверхні резервуарів, які застосовуються зараз, тривалі за часом, дороговартісні, малоефективні та екологічно небезпечні. У зв'язку з цим, стала актуальною заміна традиційних технологій зачищення на альтернативні, більш прогресивні, які підвищують якість зачищення поверхонь. Саме таким чином можна вирішити проблему забруднень навколишнього середовища, зменшити необхідність застосування складного і громіздкого технологічного обладнання, значно знизити енерго- та водоспоживання, потреби у хімічних речовинах та засобах. Одним із альтернативних методів очищення поверхонь, яка запропонована фірмою GOLD Jet Inc, є використання сухого льоду твердої форми вуглекислого газу CO₂. Гранули сухого льоду вистрілюють на поверхню, що очищується. Ефект зачищення досягається за рахунок здатності сухого льоду до сублімації. Під час удару об поверхню, гранули миттєво випаровуються на ній і відбуваються мікровибухи – поверхня зачищається від забруднень. В результаті сублімації сухого льоду утворюється значна кількість вуглекислого газу, що може призвести до негативних наслідків з точки зору екологічної та пожежної безпеки.

Відома технологія зачищення поверхонь від забруднення фірми IceBlast за допомогою льоду, який має кристалічну структуру і отриманого заморожуванням води [3].

Під час контакту льодяних гранул з твердою поверхнею відбувається деформація його кристалічної структури з виділенням тепла, що веде до танення льоду. Зачищення таким льодом не є ефективним. Щоб енергія контакту

витрачалася більше на очищення поверхні, а не на розтоплення льоду, пропонується використовувати лід з аморфною структурою. Якщо побудувати модель процесу зачищення поверхні гранулами льоду з аморфною (склоподібною) структурою ґрат, то ймовірно під час удару за рахунок імпульсу сил, які виникають в зоні контакту, лід із аморфною структурою ґрат зіштовхуючись з поверхнею, не буде розтавати, дробитися повністю, а і зберігатиме свою кінетичну енергію. Аморфний лід може дробитися, але частки подрібненого льоду будуть продовжувати виконувати свою функцію, підвищуючи ефективність зачищення поверхні резервуарів.

Аналіз існуючого обладнання для зачищення внутрішньої поверхні резервуарів методом льодових гранул показав наступне. Пристрій для зачищення поверхонь гранулами льоду виробництва Німеччини [4], який складається із апарату виробництва гранул льоду, машини для струйного оброблення льодом, в якій використовується ротор аеродинамічний, що забезпечує потік дрібних гранул; повітряний компресор для створення робочого тиску. До недоліків такого пристрою слід віднести:

- складна технічна оснащеність пристрою і, як наслідок, складний технологічний процес виробництва гранул;
 - ненадійність та зносостійкість матриці;
 - загроза вибуху за наявності в робочій зоні вибухонебезпечних парів;
 - висока вартість пристрою.
- Ще один пристрій вітчизняного виробництва включає : ємність для зберігання рідкої вуглекислоти з холодильними установками; апарат для виробництва гранул льоду з рідкого діоксиду вуглецю; компресор для забезпечення пристрою стисненим повітрям.

Вище розглянуті пристрої мають схожі конструкції і основна відмінність полягає в тому, що у вітчизняному пристрої замість ненадійної матриці встановлені формувальні шестерні.

Також схожі і їх недоліки: складна технічна оснащеність, громіздкість, недостатня надійність, відсутня мобільність. Висока собівартість.

Досягти вищих результатів очищення поверхонь резервуарів від забруднень можна завдяки технології, заснованій на використанні льодових гранул з аморфною структурою, отриманих за спеціальною технологією та пристроєм для отримання водяних гранул льоду різного діаметру, охолоджених до температури рідкого азоту.

Таким чином, **метою даної роботи** є дослідження методів і засобів із зачищення внутрішньої поверхні резервуарів і розроблення технології та апаратних засобів зачищення гранулами льоду аморфної структури різного діаметру, охолоджених до температури рідкого азоту.

Основана частина. На основі результатів техніко-економічного аналізу встановлено, що найбільш близьким, із альтернативних методів зачищення поверхонь від забруднень, є технологія зачищення внутрішньої поверхні резервуарів гранулами льоду аморфної структури. Запропоновано пристрій для отримання льоду різного діаметру, охолодженого до температури рідкого азоту, містить бункер з рідким азотом 2, де відбувається процес утворення гранул льоду, дозатор 1, через який дозується подача води, шнековий подрібнювач 3, трубопровід 4, бункер зберігання гранул льоду 5 та бункер зберігання надлишку рідкого азоту 6. рис. 1, [5].

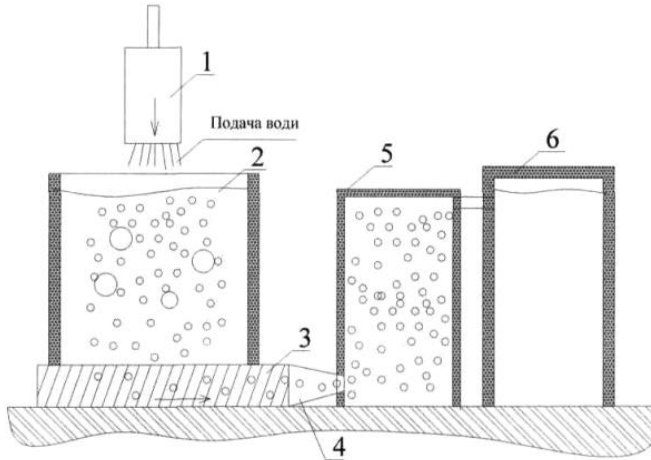


Рис. 1. Технологічна схема пристрою для отримання водяних гранул різного діаметру, охолоджених до температури рідкого азоту: 1 – дозатор, 2 – бункер з рідким азотом, 3 – шнековий подрібнювач, 4 – трубопровід, 5 – бункер зберігання гранул льоду, 6 – бункер зберігання надлишку рідкого азоту.

Пристрій працює наступним чином. Через дозатор 1, подається вода у бункер з рідким азотом 2. У дозатор 1 подається вода, яка потрапляє на віброуючу пластину дозатора, розбризкуючи краплі води, які потрапляють в рідкий азот, після чого осідають на дно бункера 2. Далі, у бункері 2, який наповнений рідким азотом, вода перетворюється на лід, який опускається на дно цього бункера та через отвір у дні бункера потрапляє у шнековий подрібнювач 3, де лід подрібнюється на гранули різного діаметру. Потім шнек 3 через трубопровід 4 виштовхує гранули у бункер зберігання гранул льоду 5, а надлишок азоту витісняється у бункер зберігання надлишку рідкого азоту 6.

Маючи пристрій для отримання водяних гранул льоду різного діаметру охолоджених до температури рідкого азоту пропонується технологія зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від відкладень в'язких забруднень.

Пристрій зачищення внутрішньої поверхні резервуарів стенда для дослідження силових очисників авіаційного палива, що містить повітропровід, який через систему запірних вентилів, редукторів високого та низького тиску, повітряний фільтр і запобіжний клапан з'єднує джерело стисненого повітря з бункером зберігання гранул льоду пристрою для отримання гранул льоду різного діаметра, охолоджених до температури рідкого азоту, що містить термометр та манометр, при цьому додатково зверху на повітропроводі розміщені два манометри, на іншому кінці пристрою через засувку прикріплений барабан з роздавальним рукавом і струминним пістолетом, які виконані з можливістю сумісного переміщення в резервуарі стенда (рис. 2.).

Технологія функціонує наступним чином: стиснене повітря від його джерела 17 по повітропроводу 16 надходить через відкритий запірний ventиль 15 до редуктора високого тиску 13, а потім до редуктора низького тиску 12, де тиск знижується і фіксується манометром 11 і через повітряний фільтр 10 при відкритому ventилі 8 надходить до бункера 6, створюючи в ньому надлишковий тиск. Стиснене повітря витісняє із бункера 6 гранули льоду з аморфною структурою через відкритий ventиль 4, роздавальний рукав 2 і струминний пістолет 1 на внутрішню поверхню резервуара стенду 18. При зіткненні з

поверхню резервуара гранули льоду створюють міні вибухи на ній, тим самим зачищаючи поверхню від забруднень.

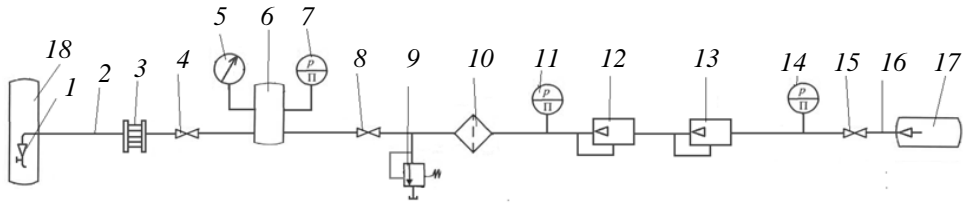


Рис. 2. Технологічна схема зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від відкладень високов'язких забруднень: 1 – струминний пістолет; 2 – роздавальний рукав; 3 – барабан; 4, 8, 15 – запірні вентиля; 5 – термометр; 6 – бункер зберігання гранул льоду пристрою для отримання гранул льоду різного діаметру охолоджених до температури рідкого азоту; 7, 11, 14 – манометри; 9 – запобіжний клапан; 10 – повітряний фільтр; 12 – редуктор низького тиску; 13 – редуктор високого тиску; 16 – повітропровід; 17 – джерело стисненого повітря; 18 – резервуар стенд

Висновки. Результати техніко-економічного аналізу вказують на те, що відомі методи та апаратні засоби зачищення повністю не забезпечують видалення відкладень високов'язких забруднень і не відповідають нормам екологічної і пожежної безпеки. Досягти вищих результатів зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від забруднень можна завдяки технології, заснованої на використанні льодяних гранул з аморфною структурою, отриманих за запропонованою технологією і пристроєм для отримання водяних гранул льоду різного діаметру, охолоджених до температури рідкого азоту. Наведені запатентовані технологічні схеми пристрою отримання водяних гранул льоду різного діаметру охолоджених до температури рідкого азоту та технології зачищення внутрішньої поверхні резервуарів від забруднення і принципи їх роботи.

Список літератури

1. Інструкція з забезпечення заправлення повітряних суден паливно-мастильними матеріалами і технічними рідинами в підприємствах цивільного авіаційного транспорту України.-К.: Друк НВФ «Славутич- Дельфін», 2006. –140 с.
2. Л.І. Чеботарьов. Техніка експлуатації засобів паливозабезпечення аеропортів: [підруч.]/ Л.І. Чеботарьов, С.О. Пузік, П.С. Борсук – К.: Вид-во Нац. Авіац. Ун-ту. НАУ, 2018. – 216 с.
3. Запорожець О.І., Савченко В.І., Карпенко С.В. Обґрунтування нової технології очищення осьових компресорів газотурбінних установок. Вісник НАУ. 2010. № 2. С. 10-14.
4. <http://www.kaercher.com/ua-uk/>
5. Патент на корисну модель. Запорожець О.І., Карпенко С.В., Пузік С.О. Патент України u2017 10314, МПК F25C1/10, Пристрій для отримання водяних гранул льоду різного діаметру, охолоджених до температури рідкого азоту. Заявл. 26.10.2017. №131499 від 25.01.2019 р.
6. Патент на корисну модель. Запорожець О.І., Карпенко С.В., Пузік С.О. Патент України u2021 02241, МПК B08B9/08. Пристрій очищення внутрішньої поверхні резервуара стенда для дослідження силових очисників авіаційного палива. Заявл. 12.04.2021. №148371 від 28.07.2021 р.

Стаття надійшла до редакції: 02.12.2021.

S. PUSIK, S. KARPENKO, M. KOVGAN,

TECHNOLOGY OF CLEANING THE INNER SURFACE OF TANKS FROM DEPOSITS OF HIGH-VISCOSITY DEPOSITS

The advantages of cleaning the inner surface of the tanks from contamination by ice granules of different diameters in comparison with other methods have been clarified. The technology of cleaning of an internal surface of tanks from pollution by means of the device of cleaning of an internal surface of a reservoir developed in NAU is offered. The technological scheme and the principle of its work are given.

Key owls: tank, fuel, highly viscous contaminants, stripping, ice granules, technical and economic analysis.

Referens

1. Instruktsiya iz zabezpechennya zakhystu povitryanykh suden palyvno-mastylnymy ta tekhnichnymy ridynamy v pidpryyemstvakh tsyvil'noho aviatsiynoho transportu Ukrainy.-K.: Druk NVF" Klavtych- Del'fin",2006.-140s.

2. L.I. Chebotar'ov. Tekhnika vykorystannya zasobiv palyvozabezpechennya aeroportiv: [pidruch.]/ L.I. Chebotar'ov, S.O. Puzik, P.S. Borsuk – K.: Vyd-vo Nats. Aviats. Un-tu. NAU, 2018. – 216 s.

3. Zaporozhets O.I., Savchenko V.I., Karpenko S.V. Obgruntuvannya novoyi tekhnolohiyi ochyshchennya os'ovykh kompresoriv hazoturbinykh ustanovok. Visnyk NAU. 2010. № 2. S. 10-14.

4. <http://www.kaercher.com/ua-uk/>

5. Patent na korysnu model'. Zaporozhets' O.I., Karpenko S.V., Puzik S.O. Patent Ukrainy u2017 10314, MPK F25C1/10, Prystriy dlya otrymannya vodyanykh hranul riznoho diametru, okholodzhennykh do temperatury nyz'koho azotu. Zayavl. 26.10.2017. №131499 vid 25.01.2019 r.

6. Patent na korysnu model'. Zaporozhets' O.I., Karpenko S.V., Puzik S.O. Patent Ukrainy u2021 02241, MPK V08V9/08. Prystriy ochyshchennya vnutrishn'oyi poverkhni rezervuara stenda dlya doslidzhennya sylovykh ochysnykiv aviatsiynoho palyva. Zayavl. 12.04.2021. №148371 vid 28.07.2021 r.

Пузік Сергій Олексійович – канд. техн.наук, професор НАУ, завідувач навчально-науковою лабораторією технологічні процеси у авіапаливозабезпеченні Національного авіаційного університету, 03058 пр. Гузара Любомира 1, Київ, Україна. E-mail: s.puzik@email.ua. Конт. тел. +380963864002

Карпенко Сергій Володимирович – старший науковий співробітник наукової групи кафедри цивільної та промислової безпеки, Національного авіаційного університету, 03058 пр. Гузара Любомира 1, Київ, Україна. E-mail: karpenko_serg@ukr.net. Конт. тел. +380963864002

Ковган Максим Іванович – провідний фахівець навчально-науковою лабораторією технологічні процеси у авіапаливозабезпеченні Національного авіаційного університету, 03058 пр. Гузара Любомира 1, Київ, Україна E-mail: quardia1976@qmail.com. Конт.тел +38067358585