

УДК 622.691.2

DOI: 10.31471/2304-7399-2025-21(79)-419-426

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ПРИСТОЇВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ В РЕЗЕРВУАРАХ

О. Т. Чернова , Р. Т. Мартинюк 

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ, Україна;
oksana.chernova@nung.edu.ua; rostyslav.martyniuk@nung.edu.ua

Під час тривалого зберігання нафти та нафтопродуктів у вертикальних сталевих резервуарах на дніщі відбувається інтенсивне накопичення парафіністих відкладів та механічних домішок, які впродовж кількох місяців переходять у ущільнений стан і негативно впливають на корисний об'єм, технічний стан та експлуатаційні характеристики резервуарів. У статті проведено систематизований аналіз технічних засобів, що застосовуються з метою запобігання утворенню осадів та підвищення якості зберігання нафтопродуктів, зокрема гвинтових змішувачів, розмиваючих головок та дифузорів. Розглянуто конструктивні особливості, принципи роботи та функціональні можливості кожного з цих пристроїв, а також їх здатність забезпечувати підтримання відкладів у зваженому стані, інтенсифікувати перемішування, оптимізувати гідродинаміку руху продукту й сприяти рівномірному розподілу потоків. Окремо висвітлено експлуатаційні переваги використання даних пристроїв, зокрема зменшення частоти та трудомісткості очищення резервуарів, скорочення втрат продукту, підвищення надійності обладнання та покращення якості зберігання. Показано, що впровадження зазначених технологічних рішень дозволяє оптимізувати роботу резервуарних систем, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити стабільні параметри зберігання нафти й нафтопродуктів.

Ключові слова: нафтопродукти, очищення резервуару, розмиваючі головки, домішки, гвинтові змішувачі, дифузори.

Вступ

У цій праці ми розглянемо різноманітні методи та технології для підвищення якості зберігання нафти та нафтопродуктів, що пов'язані з його осіданням. У вертикальних сталевих резервуарах великого об'єму, для запобігання випадання осадів, застосовують пристрої двох типів – розмиваючі головки та гвинтові змішувачі [1], які підтримують парафіністі та інші домішки у зваженому стані. Їх використання є дуже важ-

ливим з огляду на сучасний стан резервуарного парку, який має такі характерні риси:

- значний фізичний знос. Багато резервуарів були побудовані в 2000 роках тому і потребують модернізації або заміни. Це збільшує ризики корозії, витоків і утворення значних донних відкладень (шламу);

- утворення донних відкладень (шламу). Накопичення шламу, що складається з парафінів, асфальтенів, механічних домішок та води, є однією з головних проблем. Шлам займає корисний об'єм резервуара і знижує якість нафти та нафтопродуктів;

- необхідність мінімізації простоїв. Сучасна експлуатація вимагає максимального використання потужностей і скорочення часу на очищення та ремонт;

- екологічні та безпекові вимоги. Посилення норм вимагає більш якісного очищення резервуарів та мінімізації викидів при обслуговуванні.

Застосування гвинтових розмішувачів, розмиваючих головок і дифузорів є актуальним рішенням для подолання вищезазначених проблем.

Статистичні та аналітичні дані щодо обсягів утворення відкладів (шламу, осаду) та їх впливу на експлуатаційні параметри резервуарів є критично важливими для ефективного управління, безпеки та економічної діяльності. Вони дають змогу приймати обґрунтовані рішення щодо обслуговування, планування та оптимізації роботи резервуарів. Ці дані впливають на експлуатаційні параметри резервуарів через кілька ключових аспектів: оцінка та зменшення втрат корисної ємності, управління якістю продукту, моніторинг ефективності експлуатаційних режимів та планування та оптимізація очищення нафти та нафтопродуктів.

Таким чином, використання статистичних та аналітичних даних є основою для переходу від реактивного обслуговування (реагування на проблему) до предиктивного (запобігання проблемі) управління резервуарним парком.

Основна частина. Принцип роботи гвинтових змішувачів полягає у створенні спрямованого струменя нафти або нафтопродукту, створюваного гвинтом при його зворотно-кутовому русі над днищем резервуара. Це забезпечує процес перемішування, при якому важкі парафіністи осади і механічні домішки зважуються в загальній масі нафти та нафтопродуктів і потім видаляються шляхом відкачування нафти або нафтопродукту з резервуара.

Гвинтові змішувачі складаються з стійки для закріплення електродвигуна, вибухобезпечного електродвигуна, торцевого ущільнення, зубчатої муфти, шарового сальника, конічного редуктора, кришки патрубку, приводного валу. Встановлення гвинтових змішувачів проводять на висоті 0,75 м від дна резервуару. Число змішувачів, габаритні розмі-

ри та потужність їхніх електродвигунів залежать від площі днища. Кількість змішувачів встановлюють із розрахунку щоб весь об'єм продукту перемішувався від 3 до 5 годин. Для ефективнішого перемішування гвинтові змішувачі встановлюють під кутом від 10° до 15° відносно днища, а у горизонтальній площині вісь може бути відхилена до 60° [2].

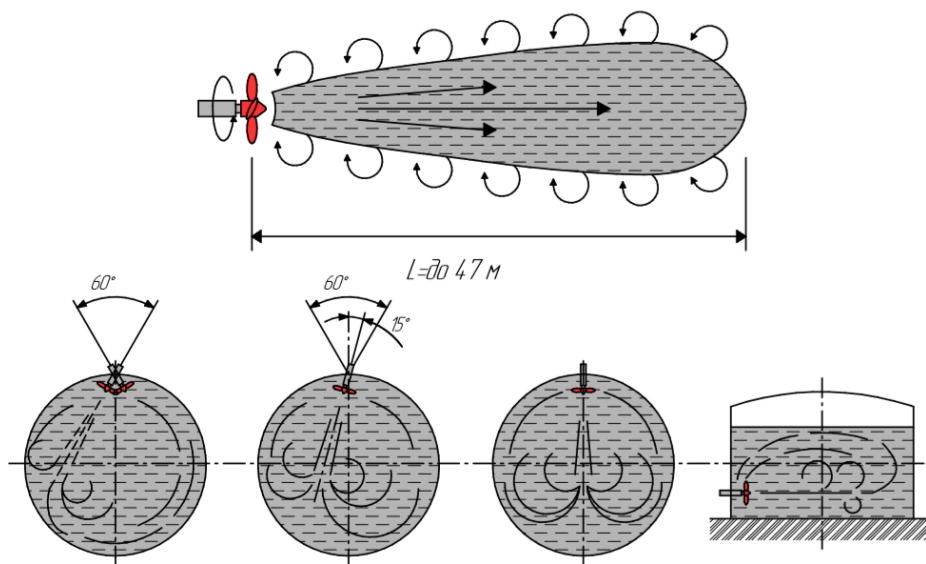


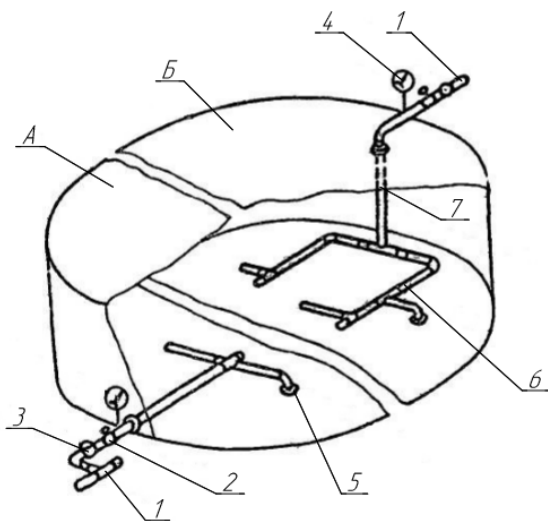
Рис. 1. Схема направлення потоків рідини під час роботи пристрою

Система розмивання відкладів (рис. 2) призначена для розмивання і підтримання в підвішеному стані домішок, що містяться в нафті та нафтопродуктах, і видалення їх з резервуара разом з нафтою та нафтопродуктами. Виходячи з розмиваючих головок у вигляді струменя, нафта та нафтопродукти змиває з днища резервуара відклади, які рівномірно розподіляються у всьому об'ємі резервуара.

Розмиваюча головка складається з штоків, клапана та корпусу, який кріпиться до приймально-роздавального патрубку за допомогою фланцевого з'єднання. Клапан та нижня частина корпусу утворюють кільцеве сопло. Регулювання висоти щілини сопла здійснюють за допомогою нижнього штока з гайкою, болтів та опорного кільця. Верхній шток, незалежно від нижнього штока, може переміщатися на деяку висоту, що контролюється гайкою.

На резервуарах великого об'єму встановлюють більше 12 розмиваючих головок з умовним діаметром 300 мм. У такому випадку застосовуються зворотні клапани для передбачення витікання нафти та нафтопродуктів з резервуару. До подовженої до центру резервуара приймально-роздавальної труби приєднується розмиваюча головка. Під час закачування, нафта або нафтопродукти проходячи через кільцеве сопло

розподіляється по дну резервуара, піднімає у зважений стан парафіністи та інші відклади, розподіляючи їх в продукті. Подача нафти або нафтопродуктів через розмиваючі головки зазвичай здійснюється під час наповнення резервуару. У випадку малої оборотності резервуару, встановлюється спеціальний насос, який забезпечує періодичну циркуляцію продукту. Іноді нафту або нафтопродукт подають підігрітим через розмиваючі головки. Кількість розмиваючих головок вибирають таким чином, щоб на днищі не було місць, у яких відклади не розмиваються [3].



А – наземний вертикальний сталевий резервуар; Б – заглиблений залізобетонний резервуар; 1 – приймальний патрубок системи; 2 – засувка; 3 – фільтр; 4 – манометр; 5 – кільцеві сопла; 6 – технологічний трубопровід

Рис. 2. Система розмивання та попередження накопичення парафінистих відкладів у резервуарах

У разі використання гвинтових змішувачів та розмиваючих головок (на вже збудованих резервуарах) недоліком є необхідність зміни конструкції резервуару, монтажу додаткових люків, приймально-роздавальних патрубків, технологічних трубопроводів у середині резервуару тощо. Використання приймально-роздавальних пристроїв позбавлене цього недоліку, оскільки вони монтуються до приймально-роздавального патрубка резервуару.

Приймально-роздавальний пристрій (ПРУ) (рис. 3) представляє собою трубу, вільний кінець який наближений до днища резервуара. Це дозволяє зменшити об'єм «мертвих відкладів» у резервуарі та, відповідно, збільшити корисний об'єм резервуара. Також ПРУ під час наливання забезпечує профілювання потоку рідини, видаляючи корозійно-активні відкладення, а також зменшує інтенсивність накопичення парафінистих осадів за рахунок їх розмивання. Це збільшує ефективний обсяг резервуара і термін його служби [4].



Рис. 3. Приймально-роздавальний пристрій

Основні функції приймально-роздавального пристрою:

- збільшення корисного об'єму вертикальних сталевих резервуарів завдяки зменшенню мінімального рівня відкачування нафти або нафтопродукту;
- зменшення інтенсивності нагромадження парафінових осадів у вертикальних сталевих резервуарах шляхом розмивання відкладів;
- збільшення терміну служби днища і першого нижнього поясу вертикальних сталевих резервуарів через зменшення зони корозійної активності відкладень [4].

Використовують також суміщений приймально-роздавальний пристрій (СУПР) (рис. 4) з поєднаними функціями декількох пристроїв, спрямований на забезпечення об'єднання корисних функцій ПРУ, запірно-запобіжного пристрою ХП (хлопавки) і пристрою розмиву осадів з регульованою подачею струменя [1].



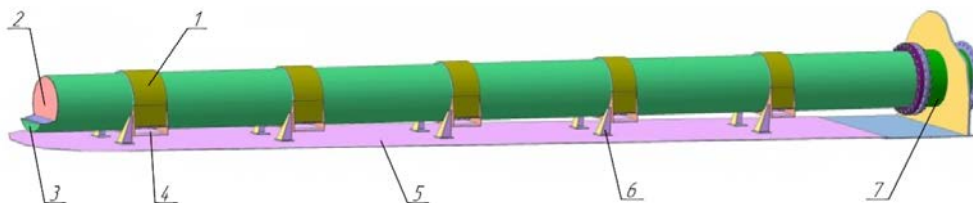
Рис. 4. Суміщений приймально-роздавальний пристрій (СУПР)

СУПР дозволяє підняти швидкість зливо-наливних робіт до максимальної можливої швидкості. При цьому, прискорення потоку нафти або нафтопродукту не позначається на безпеці, надійності і вартості експлуатації резервуара. У критичних ситуаціях, наприклад при пошкодженні резервуара або виникненні загрози пожежі СУПР забезпечує додатковий резерв пропускнуої здатності. У порівнянні зі звичайними пристроями приймання та видачі з'являється можливість відкачати і врятувати більший обсяг товарного продукту.

СУПР – єдиний пристрій приймання-роздачі продукту, який дає можливість тонкого і точного налаштування швидкості надходження продукту в резервуар. Під кожен продукт можна підібрати індивідуальний режим наливання, при якому максимізується ефективність операції і дотримується її безпека [2].

На резервуарі, обладнаному СУПР відпадає необхідність застосування застарілого обладнання. СУПР виконує функції приймально-роздавального пристрою (ПРУ), хлопавок (ХП) і механізмів управління (МУ). Відмова від застосування цих пристроїв скорочує витрати на їх придбання, встановлення та обслуговування, заощаджуючи кошти замовника.

Дифузори резервуарні ДР-Д (рис. 5) відносяться до приймально-роздавальних резервуарних технологічних устаткування, монтуються з внутрішньої сторони резервуарів до їх приймально-роздавальних патрубків (ПРП), забезпечують подачу і відкачування нафти та нафтопродуктів з нижнього (придонного) шару в резервуарах, збільшуючи корисний об'єм резервуарів і термін служби дна і першого нижнього поясу резервуара шляхом зменшення кількості підтоварної води, а також виключають силовий (ударний) вплив газоповітряних пробок і сильно турбулентного потоку з ПРП на понтони і плавучі покрівлі резервуарів.



1 – змінна насадка; 2 – заглушка; 3 – сопло заглушки; 4 – сопло насадки;
5 – днище; 6 – опора дифузора; 7 – приймально-роздавальний
патрубок резервуара

Рис. 5. Дифузор резервуарний

Висновки

Використання приймально-роздавальних пристроїв у вертикальних сталевих резервуарах для зберігання нафти та нафтопродуктів має

значний економічний ефект та призводить до істотного підвищення ефективності їх роботи.

Економічний ефект від використання приймально-роздавальних пристроїв досягається за рахунок: зниження втрат та зменшення витрат на очищення нафти або нафтопродукту, а підвищення ефективності роботи резервуарного парку досягається шляхом забезпечення якості продукту, подовження терміну служби обладнання, покращення технологічних процесів, що призводить до зменшення часу простою резервуару.

Впровадження приймально-роздавальних пристроїв швидко окупається за рахунок прямого зниження втрат нафти або нафтопродукту та зниження експлуатаційних витрат на обслуговування резервуарного парку та суміжного обладнання.

Література

1. Чернова О. Т. Спорудження газосховищ і нафтобаз: навчальний посібник. Частина 1 / О. Т. Чернова. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 476 с. ISBN 978-966-694-203-9.
2. Венгерцев Ю.О., Глоба В.М., Ключах І.І. Підвищення надійності зберігання нафтопродуктів. К.: АТ „Укргазпроект”, 1996. – 257 с.
3. Макаренко В.Д., Чернова О.Т., Мартинюк Р.Т. Корозійно-механічна тріщиностійкість сталевих резервуарів. Монографія (під ред. професора, д.т.н. Макаренко В.Д.). Київ. – НУБіП України. – 2021. – 336 с. ISBN 5-8365-1069-3.
4. Глоба В.М., Венгерцев Ю.О. Технічна діагностика і ремонт резервуарів. Навчальний посібник для технічних вузів. – К.: Молодь, 1999. – 356 с.
5. Василюк В.М., Лавришин Б.М., Волошин В.М. Технологія захисту від корозії резервуарів з нафтою та нафтопродуктами. Нафтова і газова промисловість, 2004. – 324 с.
6. Відомчі будівельні норми України – «Проектування складів нафти та нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93.3к. ПА – Київ, 2000 – ВБН В. 2.2-58.1-94.
7. Чернова О.Т. Оцінка визначення кількості «мертвих» залишків нафтопродуктів в резервуарах. XXX Міжнародна науково-практична конференція «Interaction of society and science: problems and prospects», 15-18 червня 2021 р., Лондон, Англія. Ст. 551-556. DOI: 10.46299/ISG.2021.I.XXX
8. Чернова О. Т. Моделювання процесу наливання продукту через приймально-роздавальний пристрій РВС. Науково-технічний журнал «Методи та прилади контролю якості» Івано-Франківськ, 1 (42) 2019. ст. 104-115.

Стаття надійшла до редакційної колегії 05.11.2025 р.

Прийнято до друку 03.12.2025 р.

ANALYSIS OF METHODS AND DEVICES FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF STORAGE OF OIL AND OIL PRODUCTS IN TANK TANKS

O. T. Chernova , R. T. Martyniuk 

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;

76019, 15 Karpatska St., Ivano-Frankivsk, Ukraine;

oksana.chernova@nung.edu.ua; rostyslav.martyniuk@nung.edu.ua

During long-term storage of oil and oil products in vertical steel tanks, there is an intensive accumulation of paraffin deposits and mechanical impurities at the bottom, which over several months become compacted and negatively affect the useful volume, technical condition and operational characteristics of the tanks. The article presents a systematic analysis of technical means used to prevent sediment formation and improve the quality of oil product storage, in particular screw mixers, scouring heads and diffusers. The design features, operating principles and functional capabilities of each of these devices are considered, as well as their ability to maintain sediments in a suspended state, intensify mixing, optimize the hydrodynamics of product movement and promote uniform flow distribution. The operational advantages of using these devices are separately highlighted, in particular, reducing the frequency and complexity of tank cleaning, reducing product losses, increasing equipment reliability and improving storage quality. It is shown that the implementation of these technological solutions allows optimizing the operation of tank systems, reducing operating costs and ensuring stable parameters of oil and oil product storage.

Keywords: oil products, tank cleaning, scouring heads, impurities, screw mixers, diffusers.