

Технічні науки

УДК 622.691.4

Дорошенко Юлія Іванівна

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Дорошенко Юлия Ивановна

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Doroshenko Juliya

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of

Gas and Oil Pipelines and Gas and Oil Storage

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Люта Наталя Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Люта Наталья Викторовна

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Liuta Nataliia

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of

Gas and Oil Pipelines and Gas and Oil Storage

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Маркевич Микола Володимирович

студент

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Маркевич Николай Владимирович

студент

Івано-Франковського національного технічного університету нафти і газу

Markevych Mykola

Student of the

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
НА ОБ'ЄКТАХ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И
НЕФТЕПРОДУКТОВ
COMPUTER SIMULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AT
STORAGE FACILITIES OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS**

***Анотація.** Проведено моделювання процесу об'ємної витрати нафтопродукту через отвори в стінках резервуару РВС-2000 зі змінними діаметрами, спричинених тривалим впливом корозії. Моделювання витоку нафтопродукту через отвори в резервуарі проводилося за допомогою програмного забезпечення Solid Works. Апробація програми здійснювалась на прикладі умовного складу для зберігання нафтопродуктів.*

***Ключові слова:** аварійна ситуація, аварія на складах нафтопродуктів, витікання нафтопродукту, міцність резервуару, необхідна товщина стінки, інженерне моделювання, 3D моделювання.*

***Аннотация.** Проведено моделирование процесса объемного расхода нефтепродукта через отверстия в стенках резервуара РВС-2000 с*

переменними діаметрами, викликані тривалим впливом корозії. Моделювання витікання нафтопродукту через отвори в резервуарі здійснювалось за допомогою програмного забезпечення Solid Works. Апробація програми здійснювалась на прикладі умовного складу для зберігання нафтопродуктів.

Ключові слова: аварійна ситуація, аварія на складах нафтопродуктів, витікання нафтопродукту, міцність резервуару, необхідна товщина стінки, інженерне моделювання, 3D моделювання.

Summary. Modeling of the process of volumetric consumption of petroleum product through holes in the walls of the tank RVS-2000 with variable diameters caused by prolonged corrosion. Simulation of oil leakage through holes in the tank was performed using Solid Works software. The approbation of the program was carried out on the example of a conditional warehouse for storage of oil products.

Key words: emergency situation, accident in oil product warehouses, oil product leakage, tank strength, required wall thickness, engineering modeling, 3D modeling.

Сьогодні нафтова промисловість розвивається шаленими темпами, завдяки всеохоплюючому впровадженні інструментів автоматизації виробничих процесів. Сучасні умови здійснення виробничих процесів, та викликів які постають перед галуззю, спонукають до обробки значних об'ємів даних та різного роду показників які необхідно відстежувати в реальному часі, для безпечної експлуатації складів нафтопродуктів. Одним з таких інструментів є комп'ютерне моделювання, яке дозволяє інженерам оперативно та без значних фінансових вливань, проводити дослідження та отримувати результати, на отримання яких раніше було необхідно

будувати спеціальні стенди або симулювати витoki на реальних резервуарах.

Найпоширенішим видом корозії являється внутрішня корозія, яка утворюється за допомогою електрохімічного механізму. Наслідком цього є утворення отворів різних діаметрів, зазвичай розміром від 5 до 10 мм (так звані свищі). Для визначення важливості та масштабів аварій подібного типу, та оцінки кількості втрат необхідно провести моделювання із використанням сучасних програм, що дозволить отримати достатньо точні, а головне данні які будуть візуалізовано для визначення критичності аварій подібного типу.

Згідно умови, нам необхідно змодельовати отвори в боковій стінці резервуару, в кількості 5 штук діаметром 5 мм, для проведення гідравлічних обрахунків. Розміщуватися отвори будуть в першому поясі резервуару на рівномірній відстані починаючи із відстані 200 мм від дна резервуару, так як моделювання повинно проводитися в найгірших умовах, тобто в зоні найвищого тиску.

Так як одним з основних дослідів є гідростатичне навантаження спричинене тиском рідини в резервуарі (рис. 1), то отримані дані будуть використані для визначення кількості нафтопродукту який буде втрачено при аварії спричиненій кородуванням стінок та утворенням "свищів".

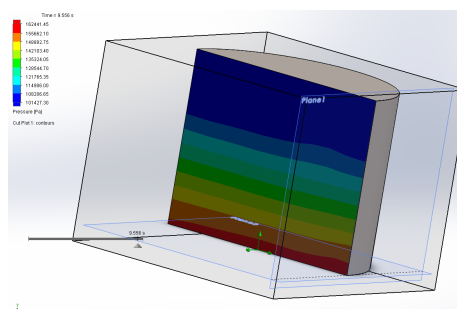


Рис. 1. Результати проведення гідростатичного дослідження в програмі SolidWorks на базі резервуару РВС 2000

Джерело: розробка автора

Як ми можемо бачити, максимальний тиск на дні резервуару становить 162441 Па, ці значення не є критичними для стінок резервуарів, що дозволяє нам стверджувати про правильні обрахунки товщини стінки. Також ми можемо наглядно бачити що в місці де в резервуарі були утворені "свищі" ми можемо спостерігати зону підвищеного тиску.

Після завершення обрахунків обираємо всі поверхні для відображення руху потоку рідини. За демонструючий параметр обираємо швидкість руху потоку рідини. Результат обрахунків наведений на рис. 2.

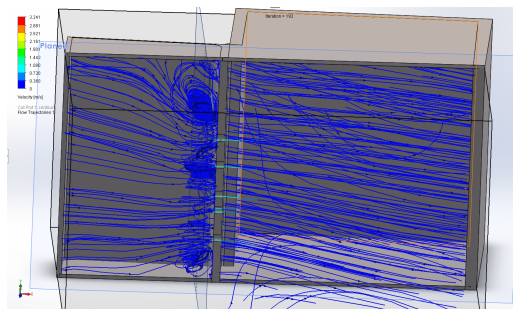


Рис. 2. Візуалізація об'ємної спрощеної 3D моделі в розрізі

Джерело: розробка автора

Як ми можемо бачити, швидкість руху рідини в резервуарі майже рівна нулю, але в місці утворених отворів наближається до значення 1.4 м/с. Після подолання місцевого опору у вигляді отвору рідина зменшує свою швидкість та знову стає рівною нулю. Для отримання точних величин швидкості нам потрібно відобразити точкові результати в отворах.

Використовуючи програмне забезпечення будемо графічну залежність (рис. 3) зміни швидкості в кожному отворі протягом обраної тривалості ітерації.

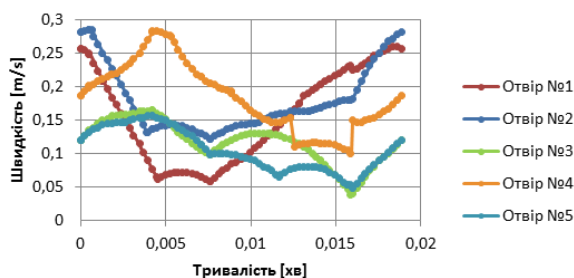


Рис. 3. Графічна залежність зміни швидкості в отворах резервуару протягом обраної тривалості ітерацій

Джерело: розробка автора

Графічна залежність дозволяє побачити нам, що програмне забезпечення використало усереднене значення швидкості. При таких умовах сумарна витрата із п'яти отворів за одну годину складає 411 л, а відповідно добова витрата нафтопродукту складе – 9 869 л, що є значним об'ємом втраченого нафтопродукту та шкоді екологічній обстановці регіону. Аварії подібного роду тягнуть за собою не тільки фінансові втрати у вигляді зміни кількісних властивостей нафтопродукту, а також стягнення за забруднення екології. Для аналізу приймемо почергову зміну діаметрів від 1 до 5 мм з кроком 1 мм. Тобто буде проведено 5 дослідів які будуть сформовані в таблицю із подальшими аналізами (рис. 4).

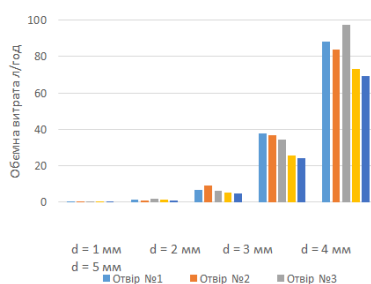


Рис. 4. Графічна залежність об'ємної витрати від діаметру утворених свищів

Джерело: розробка автора

Аналізуючи графічну залежність 13 ми бачимо, що при збільшенні діаметрів отворів, об'ємна витрата збільшується по експоненті. Це говорить про критичну необхідність своєчасної ліквідації, або

попередження аварій подібного типу, так як, під дією гідростатичного тиску рідини, отвори малого діаметру, які утворились під впливом корозії можуть значно збільшитись в діаметрі і призвести до високих втрат.

Отримане значення витрати при 5 отворах діаметром по 5 мм кожен, склало – 9 869 л/д, що дозволяє нам стверджувати про необхідність своєчасної ліквідації аварій подібного типу, для запобігання значних втрат та екологічної катастрофи. Також гіперболічна залежність об’ємної витрати від діаметру отвору підтверджує критичність своєчасного реагування на втрату цілісності стінки резервуару.

Література

1. Hong-yang Zhang, Zong-kun Li, Tong-chun Li. Modeling in SolidWorks and analysis of temperature and thermal stress during construction of intake tower. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674237015300557#app-article-footnote-id1>
2. Люта Н.В., Дорошенко Ю.І., Цішковська Ю.М. Аналіз нормативної методики розрахунку втрат нафтопродуктів від випаровування в процесі їх зберігання у резервуарі РВС-2000. Raccolta di articoli scientifici con gli atti della ii conferenza scientifica e pratica internazionale «Ricerche scientifiche e metodi dellaloro realizzazione: Esperienza mondiale e realtà domestiche» 12 novembre 2021 - Bologna, Repubblica Italiana. Tomo 2. С. 12-14.