

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

УДК 622.692.2

DOI 10.31471/1993-9981-2019-1(42)-104-115

### МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАЛИВАННЯ ПРОДУКТУ ЧЕРЕЗ ПРИЙМАЛЬНО-РОЗДАВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ РВС

*О. Т. Чернова*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна  
тел./факс: (380) 0342 72-71-38; e-mail: m-oksana-t@ukr.net*

Збереження якості та кількості продукту – важливе завдання під час експлуатації резервуарних парків. Для цього потрібно забезпечити максимальну герметизацію усіх процесів наливання, зливання та зберігання. На резервуари припадає найбільша частка втрат від випаровування протягом усього шляху, який нафта проходить від промислу до НПЗ, на самих заводах і нафтопродуктопроводах від заводів до споживачів. Процес зберігання нафти та нафтопродуктів поєднується з іншими технологічними операціями (знесолення нафти, підігрівання, зневоднення, змішування і так далі).

Один із найважливіших методів економії паливно-енергетичних ресурсів, які займають провідне місце у розвитку економіки, це боротьба з втратами нафтопродуктів. Питання втрат продукту через нещільність устаткування та довговічність його застосування має важливе значення. Одним з них є приймально-роздавальний пристрій, який встановлюється у вертикальних сталевих резервуарах.

Для порівняння двох найбільш розповсюджених варіантів виконання корпусу відводу ПРУ проведено моделювання процесу наливання продукту у резервуар за допомогою програми Ansys 19.1. Це дало змогу візуально побачити як працює приймально-роздавальний пристрій та від чого може залежати його ефективність. Із моделі розподілу тиску на стінку корпусу ПРУ видно, що при плавному повороті корпусу, тиск розподіляється більш рівномірно, через що навантаження на кут та місце входу приймально-роздавального пристрою у стінку резервуара буде менше ніж при повороті із вставкою.

У праці наведено аналіз можливості удосконалення застарілих технологій та застосування новітніх під час зберігання нафтопродуктів. Використання приймально-роздавального пристрою дозволяє значно збільшити міжочисний період під час експлуатації резервуара, а також скоротити обсяг робіт при зачистці резервуара. Це дозволить зменшити рівень мертвого залишку, підвищити термін служби нижнього поясу та днища вертикальних сталевих резервуарів, за рахунок зменшення зони корозійної активності донного осаду.

**Ключові слова:** резервуар, втрати нафтопродукту, мертвий залишок нафти, приймально-роздавальний пристрій, зберігання нафтопродукту.

Сохранение качества и количества продукта - важная задача при эксплуатации резервуарных парков. Для этого нужно обеспечить максимальную герметизацию всех процессов налива, слива и хранения. На резервуары приходится наибольшее количество потерь от испарения в течение всего пути, нефть проходит от промисла до НПЗ, на самих заводах и нефтепродуктопроводах от заводов к потребителям. Процесс хранения нефти и нефтепродуктов сочетается с другими технологическими операциями (обессоливания нефти, подогрев, обезвоживание, смешивания и т.д.).

Один из важнейших методов экономии топливно-энергетических ресурсов, которые занимают ведущее место в развитии экономики, это борьба с потерями нефтепродуктов. Вопрос потерь продукта через неплотности оборудования и долговечность его применение имеет важное значение. Одним из них является приемно-раздаточное устройство, которое устанавливается в вертикальных стальных резервуарах.

Для сравнения двух наиболее распространенных вариантов исполнения корпуса отвода ПРУ проведено моделирование процесса налива продукта в резервуар с помощью программы Ansys 19.1. Это позволило визуально увидеть как работает приемно-раздаточное устройство и от чего может зависеть его эффективность. С модели распределения давления на стенку корпуса ПРУ видно, что при плавном повороте

корпуса, давление распределяется более равномерно, из-за чего нагрузка на угол и место входа приемно-раздаточного устройства в стенку резервуара будет меньше, чем при повороте с вставкой.

Вопрос потерь продукта через неплотности оборудования и долговечность его применения имеет важное значение. Одним из них является приемно-раздаточное устройство, которое устанавливается в вертикальных стальных резервуарах.

В работе приведен анализ возможности усовершенствования устаревших технологий и применения новых при хранении нефтепродуктов. Использование приемно-раздаточного устройства позволяет значительно увеличить периоды очистки во время эксплуатации резервуара, а также сократить объем работ при зачистке резервуара. Это позволит уменьшить уровень мертвого остатка, увеличить срок службы нижнего пояса и днища вертикальных стальных резервуаров, за счет уменьшения зоны коррозионной активности донного осадка.

**Ключевые слова:** резервуар, потери нефтепродукта, мертвый остаток нефти, приемно-раздаточный устройство, хранения нефтепродукта.

Preserving quality and quantity of a product is an important task during the operation of tank farms. This requires maximum sealing of all processes of pouring, discharging and storing. Tanks have the largest share of evaporation losses throughout the course of the oil flow from fishing to refineries, at factories and petroleum product pipelines from factories to consumers. The process of storage of oil and petroleum products is combined with other technological operations (desalting of oil, heating, dehydration, mixing, etc.).

One of the most important methods of saving fuel and energy resources, which occupy a leading place in the development of the economy, is the fight against oil products losses. The issue of product losses due to the lack of equipment and the durability of its use is important. One of them is a receiving and distributing device, which is installed in vertical steel tanks.

To compare two of the most common variants of the execution of the disengagement body of the (ПРУ що це take), a simulation of the process of pouring the product into the reservoir was performed using the Ansys 19.1 program. This made it possible visually to see how the receiving and distributing device works and what its efficiency can depend on. From the model of pressure distribution to the wall of the case (ПРУ) it is evident that when smoothly turning the housing, the pressure is distributed more evenly, due to which the load on the corner and the entrance to the receiver-distributing device in the wall of the tank will be less than when turning with the insert.

In this article an analysis of the possibility of improving the outdated technologies and the use of the latest in the storage of petroleum products is given. The use of a receiving and dispensing device can significantly increase the inter-cleaning period during the operation of the reservoir, as well as reduce the amount of work when cleaning the reservoir. This will reduce the level of dead remains, improvement the service life of the lower belt and the bottoms of vertical steel tanks, by reducing the zone of corrosive activity of the bottom sediment.

**Key words:** reservoir, oil product losses, dead oil balance, receiving and distributing device, storage of petroleum product.

**Вступ.** У наш час система забезпечення нафтопродуктами це одна із найпотужніших галузей господарювання. Ця галузь здійснює постачання паливом промисловості країни. Сьогодні нафтобази це самостійні підприємства складського та промислово-транспортного типів, що представляють собою комплекс сучасного устаткування для зберігання, приймання та відвантаження нафтопродуктів.

В системі забезпечення нафтопродуктами зібрано головний обсяг резервуарних парків, з яких 92% це сталеві резервуари. Сталеві резервуари представляють собою споруди, які працюють у важких експлуатаційних умовах, а саме: підвищений надлишковий тиск та вакуум, температурні режими, нерівномірне осідання фундаменту, вібрації, корозійна активність,

значна кількість прихованих дефектів зварних швів, які можуть швидко розвиватися і спричинити виникнення деформацій різних конструктивних елементів, а це в свою чергу значно погіршує надійність конструкції у цілому та призводить до аварійних ситуацій [24].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Збереження якості та кількості продукту – важливе завдання під час експлуатації резервуарних парків [18]. Для цього потрібно забезпечити максимальну герметизацію усіх процесів наливання, зливання та зберігання. На резервуари припадає найбільша частка втрат від випаровування протягом усього шляху, який нафта проходить від промислу до НПЗ, на самих заводах і нафтопродуктопроводах від заводів до

споживачів. Процес зберігання нафти та нафтопродуктів поєднується з іншими технологічними операціями (знесолення нафти, підігрівання, зневоднення, змішування і так далі).

Один із найважливіших методів економії паливно-енергетичних ресурсів, які займають провідне місце у розвитку економіки, це боротьба з втратами нафтопродуктів [23].

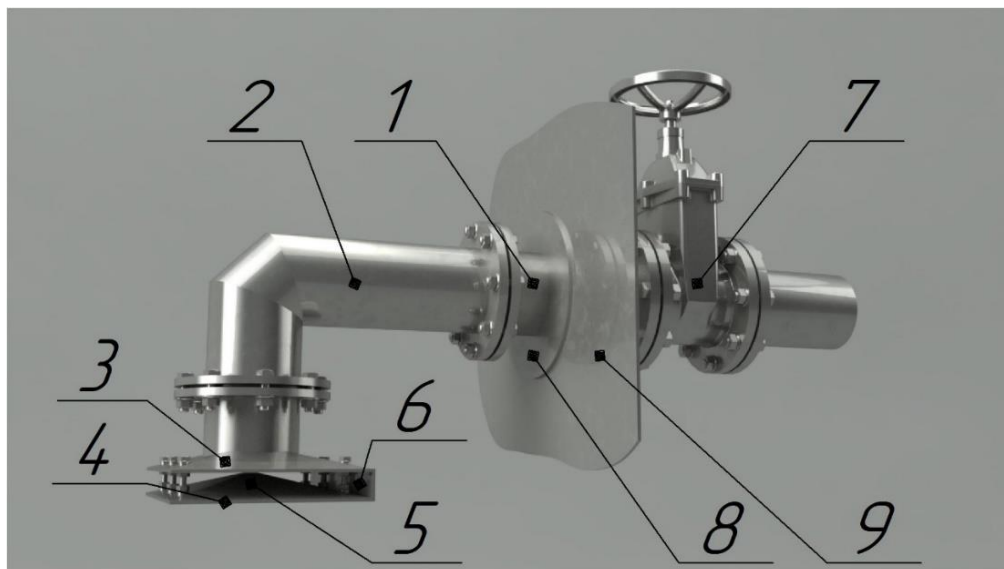
Для істотної економії нафтових ресурсів потрібно усунути їх втрати під час відбутку, переробки, транспорту та зберігання. За підрахунками фахівців, лише за рахунок усунення цих втрат можна одержати до 20% усієї економії паливно-енергетичних ресурсів [19].

Питанню підвищення надійності зберігання нафтопродуктів приділено багато праць. Зокрема у [6] ці питання стосуються саме зберігання продукту у РВС. Автори розглядають різноманітні втрати продукту, пов'язані з "малими" і "великими" диханнями та методам їх зменшення. Також авторами праці [12] наводиться приклади застосування різноманітних газорівнювальних систем для зменшення втрат продукту, а у [13] методику

розрахунку втрат від випаровування нафти та нафтопродуктів з наземних резервуарів.

Метою роботи є аналіз можливості удосконалення застарілих технологій та застосування новітніх технологій під час зберігання нафтопродуктів у відношенні до старих резервуарів. Саме найбільш важливим у цій сфері є різноманітність устаткування резервуарів [14]. Питання втрат продукту через нещільність устаткування та довговічність його застосування має важливе значення. Одним з них є приймально-роздавальний пристрій [15], експлуатації якого варто приділяти більше уваги.

Резервуар для зберігання нафти або нафтопродуктів є дорогим та небезпечним обладнанням при експлуатації на об'єктах транспорту та зберігання нафти та нафтопродуктів [16]. Під час експлуатації резервуарів дуже важливо ефективно використовувати їх об'єм з усіма заходами безпеки. Важливу роль у такому випадку відіграє конструкція приймально-роздавального пристрою. Конструкція даного пристрою показана на рисунку 1.



1 – приймально-роздавальний патрубок, 2 – корпус, 3 – зонт, 4 – розсікач, 5 – обтікач, 6 – перегородка, 7 – запірний пристрій, 8 – підсилююча накладка, 9 – стіна резервуара

Рисунок 1 – Схема приймально-роздавального пристрою.

Приймально-роздавальний пристрій резервуарів із нафтою та нафтопродуктами

складається з приймально-роздавального патрубку 1, відводу з кутом повороту на 90° 2, та кінцевої насадки, яка в свою чергу

складається з направляючого зонта 3 та розсікача 4, що розміщений на зонті 3 з певним відступом, який забезпечує щільний проміжок для витікання продукту з пристрою по днищу резервуара, завдяки обтікачу 5, що знаходиться на розсікачу 4. Також, розсікач 4 може мати перегородку 6 зі сторони стіни резервуару, щоб під час заповнення резервуару направляти потік продукту до середини резервуару під кутом, наближеним до дотичної щодо його бокової стінки. Також така конструкція повинна оснащуватися запірним пристроєм 7, який може монтуватися всередині або ззовні резервуару [20].

Принцип дії приймально-роздавального пристрою є наступним: під час заповнення резервуару нафтою або нафтопродуктами рідина подається із нагнітального колектора у вхідний приймально-роздавальний патрубок резервуару 1 і через щільний проміжок, що створений направляючим зонтом 3 і розсікачем 4, розповсюджується по дну, вимиваючи (віддираючи затужавілі формування парафінистих відкладень) та піднімаючи у зважений стан донні відкладення.

Це дозволяє створити переміщення усієї маси рідини по резервуару. Завдяки цьому зменшуються тверді осади у резервуарі, оскільки подовжується час завислого стану відірваних частинок донного осаду доки продукт не буде відкачений з резервуару. Також, швидкість переміщення біля стінки є максимальна, а у напрямку центру резервуару вона знижується. Збаламучені та підхоплені потоком донні осади переміщуються до центру, де швидкість значно знижується. Через це, утворення донних осадів відбувається переважно в центральній частині дна резервуару на суттєво меншій площі [22].

При низькому розміщенні приймально-роздавального пристрою та великому проміжку між зонтом та розсікачем дієвість пристрою збільшується ще у двох напрямках. По-перше, під час спорожнення резервуару над ПРУ не з'являються вихрові ями, завдяки чому можна зменшити мінімальний рівень продукту, а отже збільшити корисний об'єм резервуару. По-друге, через три години перебування нафти або нафтопродукту у резервуарі відбувається розшарування внаслідок чого на дні з'являється підтоварна вода. Завдяки тому, що днище

резервуару має ухил від центру до стінок резервуару, конструкція проміжку між зонтом та розсікачем збільшує повноту видалення підтоварної води, а отже забезпечує зменшення корозії нижнього поясу резервуару та дна [21].

Монтаж пристрою здійснюється всередині резервуару, за допомогою фланцевого з'єднання безвогневих робіт, завдяки чому монтаж можна провести без повного зачищення резервуару. Усі деталі ПРУ подаються при цьому через люк-лаз резервуару.

#### **Невирішені частини загальної проблеми.**

В літературі немає однозначних схем та параметрів для виконання приймально-роздавального пристрою, лише рекомендації, користуючись якими було створено 3D модель та креслення пристрою з відповідними параметрами. Резервуар РВС-1000 має діаметр 10,43 м та висоту стінки 11,92 м. Вісь приймально-роздавального патрубка знаходиться на висоті 375 см від дна резервуару та має діаметр 150 мм. Рекомендації для конструювання приймально-роздавального пристрою з умовним діаметром 150 мм наступні: довжина пристрою не повинна складати більше ніж 1008 мм; висота пристрою – не більше ніж 842 мм; довжина зонта – не більше ніж 815 мм, ширина зонта – не більше ніж 425 мм; висота проміжку між зонтом та розсікачем – не більше ніж 100 мм. Висоту між зонтом та розсікачем можна регулювати за допомогою болтів [15]. 3D модель з відповідними параметрами зображена на рисунку 2.

Для приєднання приймально-роздавального пристрою до приймально-роздавального патрубка рекомендується використовувати фланцеве з'єднання ГОСТ 12815, кількість отворів 8, тип гайки М16 [21].

Запірний пристрій може бути розміщений всередині резервуару між приймально-роздавальним пристроєм та приймально-роздавальним патрубком або ззовні резервуару, як зображено на рисунку 1.

Креслення з параметрами представлені нижче. На рисунку 3 зображено вид з боку; на рисунку 4 – вид спереду; на рисунку 5 – вид зверху; на рисунку 6 зображена ізометрична проекція.



Рисунок 2 – 3D модель приймально-роздавального пристрою.

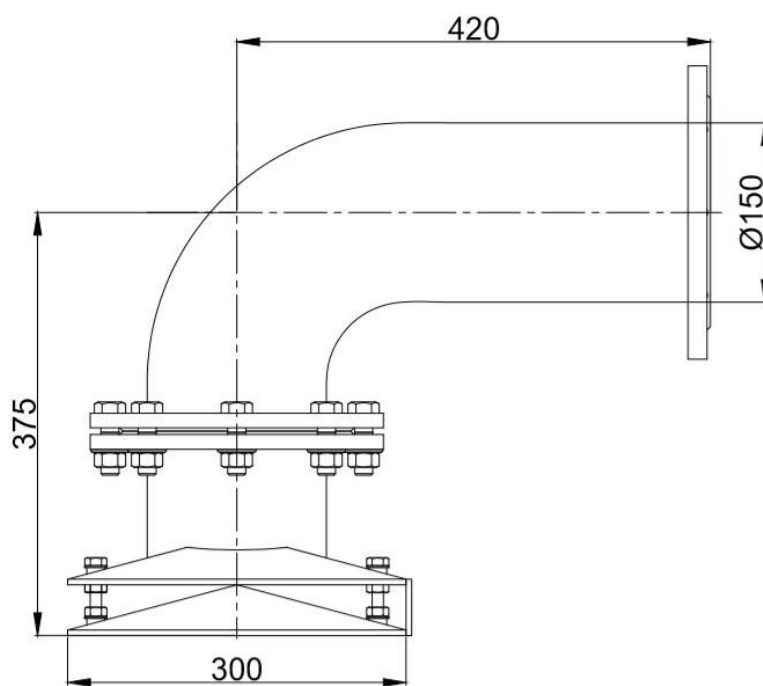


Рисунок 3 – Приймально-роздавальний пристрій (вигляд збоку).

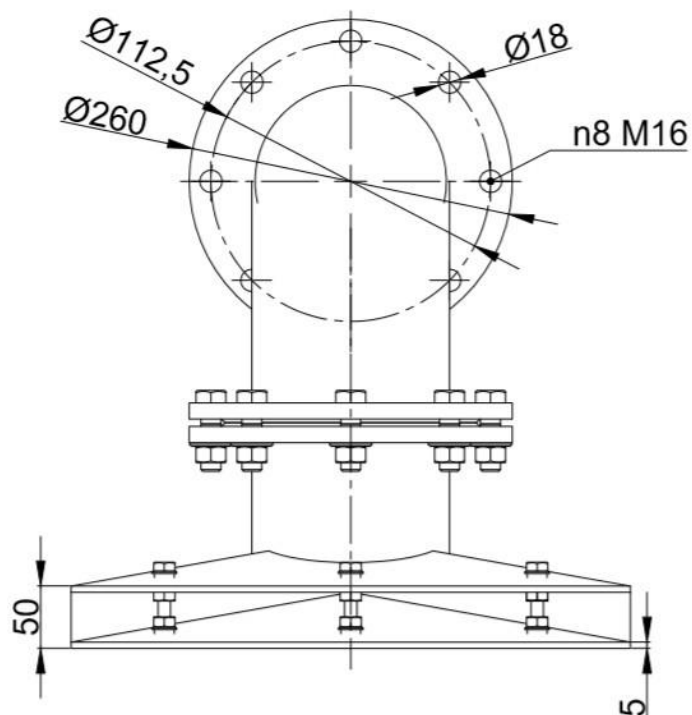


Рисунок 4 – Приймально-роздавальний пристрій (вигляд спереду).

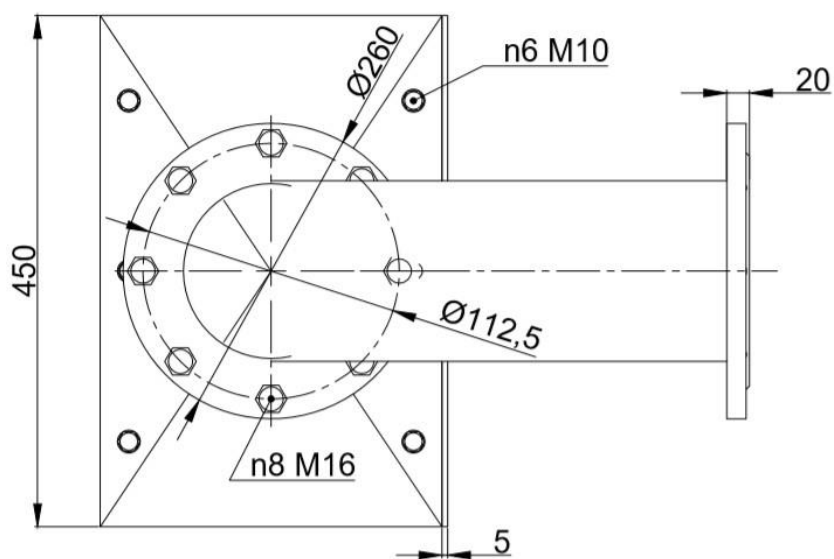
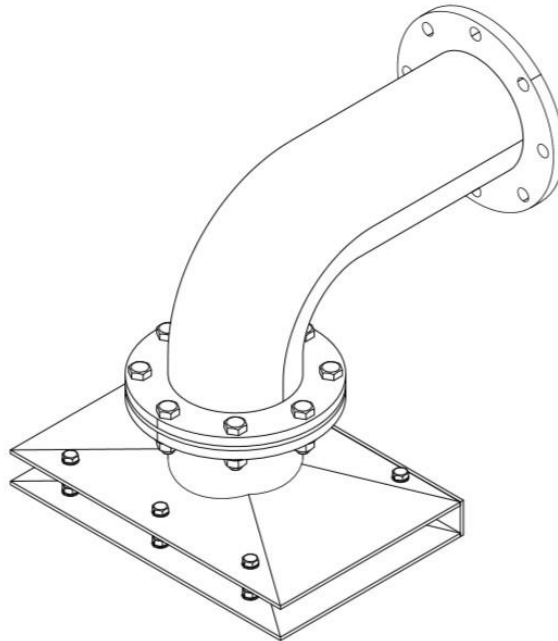


Рисунок 5 – Приймально-роздавальний пристрій (вигляд зверху).



**Рисунок 6 – Приймально-роздавальний пристрій (ізометрична проекція).**

Найширше застосовуються приймально-роздавальні пристрої із поворотом корпусу відводу на  $90^\circ$  двох типів: із вставкою, як представлено на рисунку 1 та із плавним коліном, як на рисунку 2. На перший погляд, різниця між цими виконаннями незначна та суттєво не відобразиться на роботі пристрою.

У програмі Ansys 19.1 проведено моделювання процесу наливання продукту через приймально-роздавальний пристрій для двох варіантів виконання корпусу відводу. На рисунку 7 та на рисунку 8 представлено дві ідентичні моделі з однаковими параметрами приймально-роздавального пристрою, але з різними типами виконання повороту корпусу відводу до дна резервуара.

На рисунку 7 можна побачити, що основна частина продукту, після проходження повороту до дна, рухається по формі дуги, тим самим не заповнюючи весь простір труби, та при попаданні на розсікач, значна його частина

направляється на перегородку, замість того щоб направлятися у центр резервуара.

Натомість, на рисунку 8 можна побачити, що після проходження більш плавного повороту, продукт рухається прямішою траєкторією, заповнюючи більший об'єм простору відводу та попадаючи на розсікач розподіляється рівномірніше, ніж у попередньому варіанті.

На рисунку 9 та на рисунку 10 можна побачити різницю у розподілі тиску на корпус приймально-роздавального пристрою.

Як видно із моделей, при виконанні плавного повороту відводу тиск розподіляється більш рівномірно. На рисунку 9 помітно виділяються дві червоні, найбільш вразливі, зони. Ці зони можуть сильніше піддаватися ерозійному зносу та це може спричинити більш небажані вібрації при наливанні та зливанні, які будуть передаватися у місце входження приймально-роздавального патрубка у стінку резервуара.

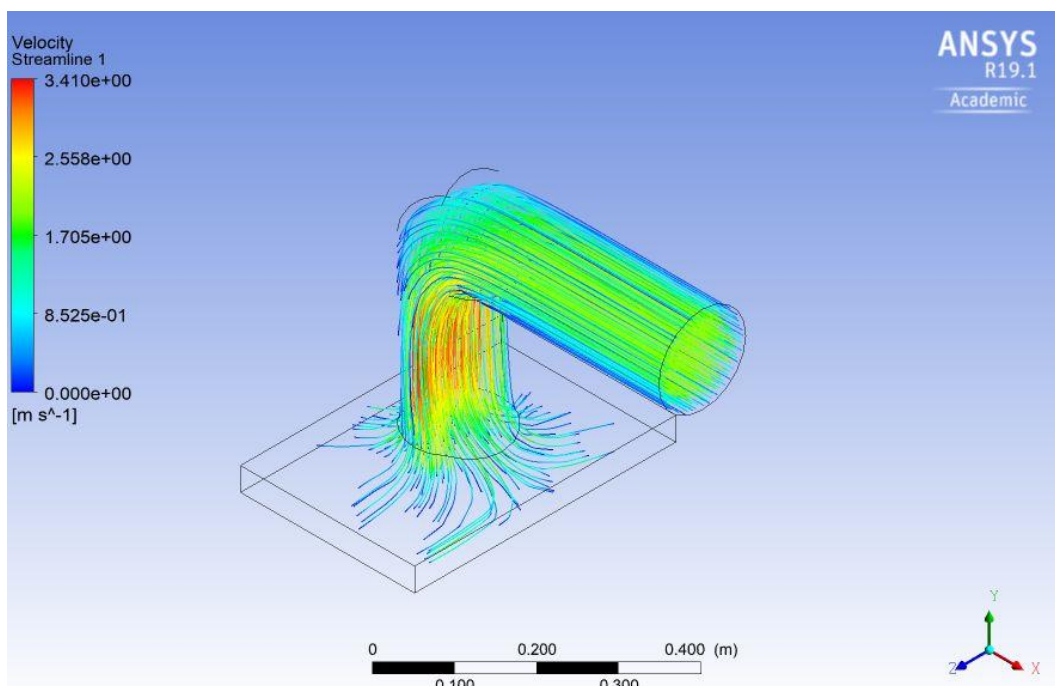


Рисунок 7 – Моделювання процесу наливання продукту для ПРУ із поворотом відводу з вставкою.

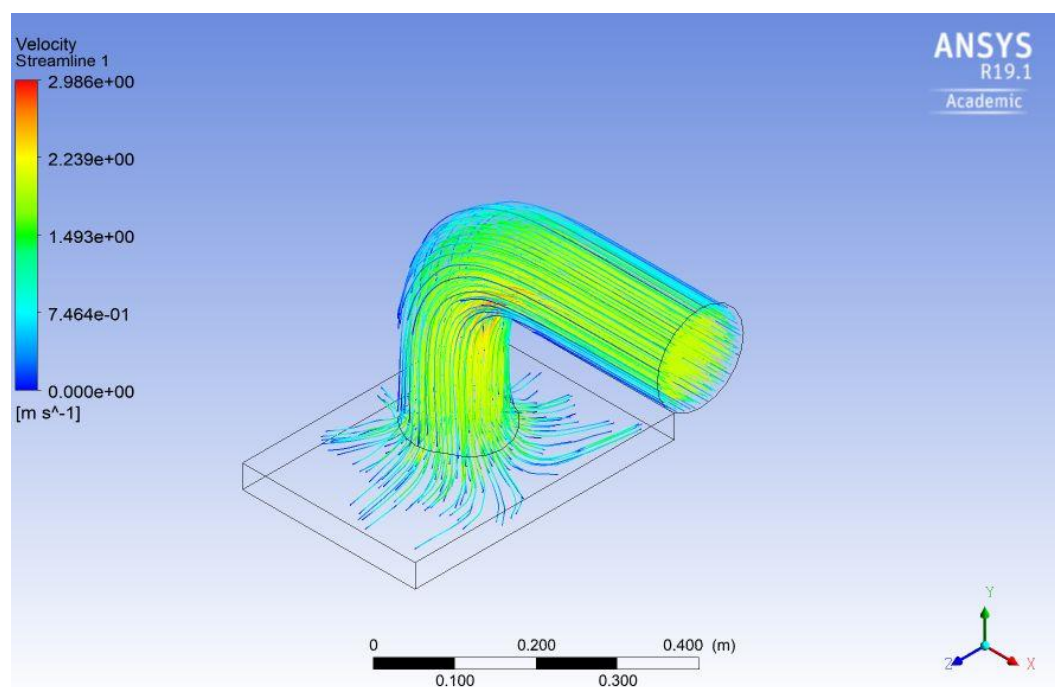


Рисунок 8 – Моделювання процесу наливу продукту для ПРУ з плавним поворотом відводу.



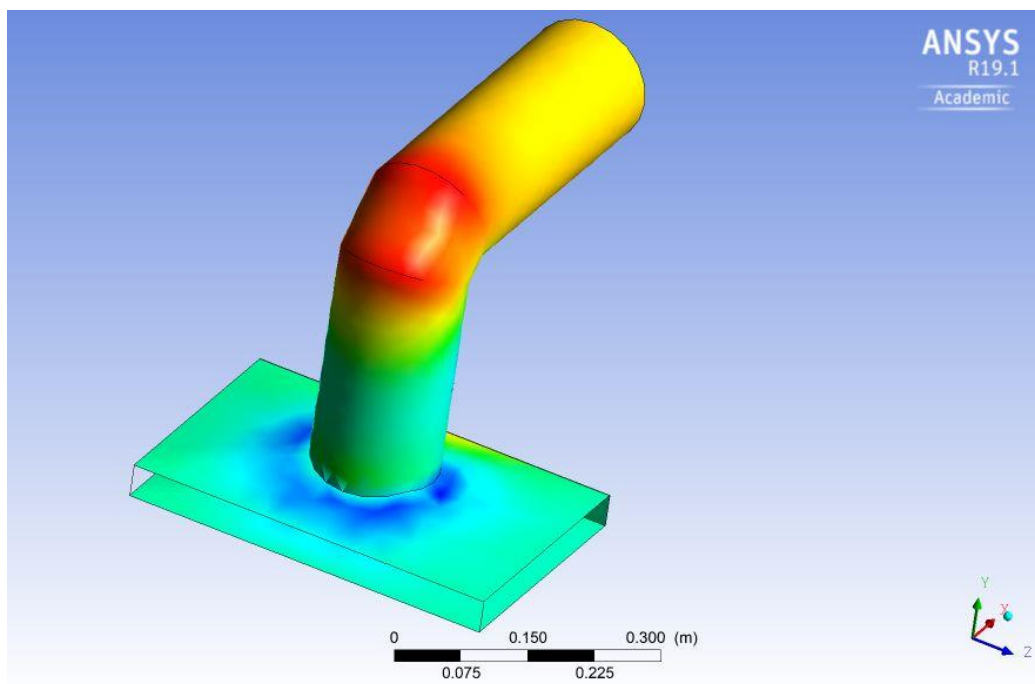


Рисунок 9 – Розподіл тиску на корпус приймально-роздавального пристрою під час наливання продукту із поворотом відводу з вставкою.

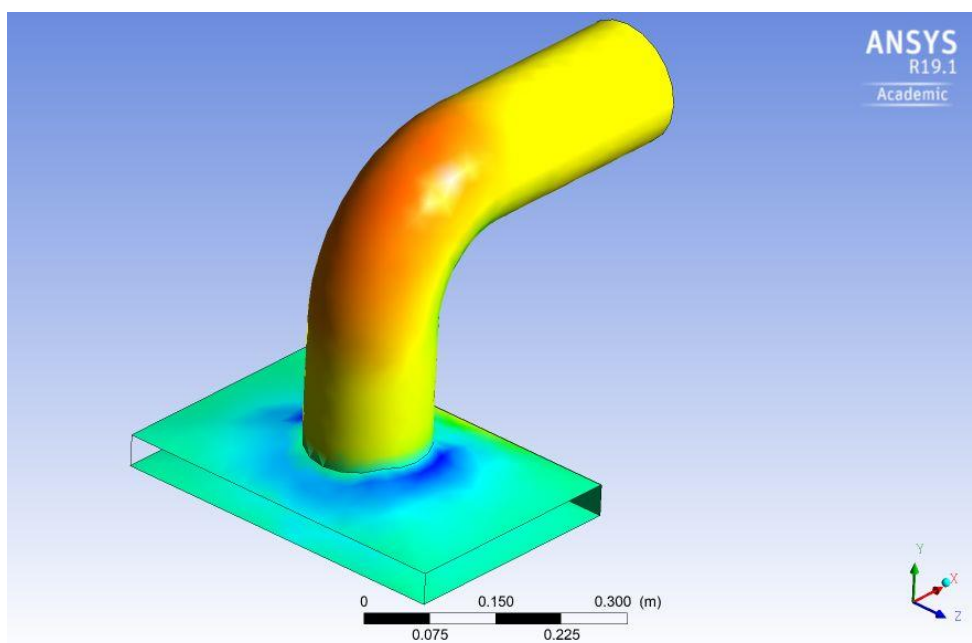


Рисунок 10 – Розподіл тиску на корпус приймально-роздавального пристрою під час наливання продукту з плавним поворотом корпусу.

**Висновки.** Розглянемо недоліки. Розмір щілини в нижній частині зонти не є регульованим при заповненому резервуарі в

залежності від властивостей продукту, що зберігається, і закачується, умов і технології зберігання. Це можливо тільки при виведенні резервуара з експлуатації після його зачистки

[17]. Конструкція відводу, на якому встановлено зонт, передбачає поворот потоку на 90° щодо початкового напрямку руху продукту по трубопроводу (тобто до дна резервуара), а потім поворот потоку на 90° в початковий напрямок до щілини. Від потоку виникають реактивні сили, які згинають відвід з зонтом і відривають їх від стінки резервуара, внаслідок чого виникають значні напруження, що передаються на стінку резервуара, що є небажано. Запірний пристрій управляється примусово, мимоволі не відсікає резервуар від трубопроводу після закінчення операції закачування нафтопродукту, що дозволяє зробити пристрій типу "хлопавка". Розміщення запірної пристрою зовні резервуара не дозволяє ізолювати резервуар від трубопроводу при розгерметизації фланцевого з'єднання патрубків приймально-роздавального і трубопроводу, а також прорив труб, розташованих між запірним пристроєм і стінкою резервуара. Аварія на трубопроводі між запірним пристроєм ПРУ і основним запірним пристроєм, пошкодження основного запірної пристрою і розлив нафтопродукту в обвалування резервуара при відкритому запірному пристрої ПРУ ускладнює доступ до запірної пристрою ПРУ для відсікання резервуара від трубопроводу.

Економічна ефективність – це співвідношення отриманих результатів виробництва – продукції та послуг і витрат праці та засобів виробництва [9]. Згідно П. Самуельсону і У. Нордхаусу економічна ефективність – це одержання максимально-можливого результату від доступних запасів, постійно співвідносячи вигоди (блага) і затрати. Виробники та споживачі благ прагнуть до найвищої ефективності, максимізуючи при цьому свій зиск і мінімізуючи затрати [9].

Під час розгляду проблеми економічної ефективності застосування нової техніки варто розмежовувати визначення економічної ефективності й економічного ефекту від впровадження тих або інших заходів. Ефективність – відносне поняття, яке описує дієвість будь-яких затрат. Ефективність технічних нововведень це відношення ефекту від здійснення заходів до затрат на ці заходи [10].

Використання приймально-роздавального пристрою дозволить значно збільшити

міжочисний період під час експлуатації резервуара а також зменшити обсяг робіт при зачистці резервуара.

Також ще однією із важливих переваг зменшення рівня мертвого залишку буде збільшення терміну служби нижнього поясу та днища вертикальних сталевих резервуарів, за рахунок зменшення зони корозійної активності донного осаду.

У праці для порівняння двох найбільш розповсюджених варіантів виконання корпусу відводу ПРУ проведено моделювання процесу наливання продукту у резервуар за допомогою програми Ansys 19.1. Це дало змогу візуально побачити як працює приймально-роздавальний пристрій та від чого може залежати його ефективність. Із моделі розподілу тиску на стінку корпусу ПРУ видно, що при плавному повороті корпусу, тиск розподіляється більш рівномірно, через що навантаження на кут та місце входу приймально-роздавального пристрою у стінку резервуара буде менше ніж при повороті із вставкою.

Беручи це до уваги, можна підсумувати що плавна форма повороту корпусу відводу є вигіднішою та безпечнішою.

## Література

- 1 Autodesk Inc.: Інструкція користувача AutoCAD. 2017.
- 2 Абдулаев Л. Л. Контроль в процессах транспорта и хранения нефтепродуктов / Л. Л. Абдулаев, В. В. Бланк, В. А. Юфин. - М.: Недра, 1990.
- 3 Басов К. А. ANSYS у прикладах задач. Під заг. ред. Д. Г. Красковского. – М.:КомпьютерПресс, 2002. – 224 с.: іл. – ISBN 5-89959-092-0.
- 4 Басов К. С. ANSYS довідник користувача. - М.: ДМК Пресс. - 2005. - 640 с.
- 5 Бирнз, Д. AutoCAD 2010 для "чайників". - М.: Диалектика. Вильямс, 2010. - 311 с.
- 6 Венгерцев Ю. О. Підвищення надійності зберігання нафтопродуктів / Ю. О. Венгерцев, В. М. Глоба, І. І. Клюкач – К. : АТ "Укргазпроект", 1996. – 257 с.
- 7 Глоба В. М. Спорудження нафтобаз і газонафтосховищ: підручник для технічних

вузів / В. М. Глоба, Ю. О. Венгерцев.- К.: Молодь, 1998, - 606 м.: іл.234, табл. 93 бібл.

8 Денисов, М. А. Косп'ютерне проектування. ANSYS: навчальний посібник. Екатеринбург : Вид-во Урал, ун-та, 2014. - 77 с.

9 Економічна ефективність [Електронний ресурс]. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Економічна\\_ефективність](https://uk.wikipedia.org/wiki/Економічна_ефективність) (дата звернення: 20.11.2018).

10 Економічний ефект [Електронний ресурс]. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Економічний\\_ефект](https://uk.wikipedia.org/wiki/Економічний_ефект) (дата звернення: 21.11.2018).

11 Жарков, Н. В. AutoCAD 2005. Ефективний самовчитель / Н. В. Жарков, М. В. Антоненко - М.: Наука и техника, 2008. - 592 с.

12 Мартинюк Т. А. Спорудження газосховищ і нафтобаз: конспект лекцій. / Т. А. Мартинюк, О. Т. Чернова.- Івано-Франківськ: 2010. – 365 с.

13 Новоселов В. Ф. Методика розрахунку втрат від випаровування нафти та нафтопродуктів з наземних резервуарів / В. Ф. Новоселов, В. П. Ботыгин, И. Г. Блинов.. – Уфа : Вид. Уфимс. нефт. ін-та, 1987. – 73 с.

14 Устаткування резервуарів типу РВС [Електронний ресурс]. Студопедія. URL: <https://studopedia.info/5-74190.html> (дата звернення: 12.11.2018).

15 Приймально-роздавальний пристрій [Електронний ресурс]. «Технопарк». URL: <http://tehnorvs.ru/product/rezervua/priemo-r/> (дата звернення: 23.11.2018).

16 Пристяжникова И. В. Проблеми зберігання нафти та нафтопродуктів [Електронний ресурс]. blogger. 13 травня 2015 р. URL: <http://innatrubachyova.blogspot.com/2015/05/blog-post.html> (дата звернення: 06.11.2018).

17 Проблеми зачистки нафтових резервуарів очима фахівців [Електронний ресурс]. Нефтьшлямы. URL: <http://www.nefteshlamy.ru/stat.php?id=42> (дата звернення: 07.11.2018).

18 Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа: відомчі будівельні норми України / відпов. виконавець Г. О. Цвігун. – К. : Державний комітет України по нафті і газу (Держкомнафтогаз), 1994. – 156 с.

19 Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа (ВБН В.2.2-58.2-94). Введ.01.10.94 – Розроб. Південдіпронафтопровід. –К.: 1994. – 98 с.

20 Пристрої зливу-наливу [Електронний ресурс]. СЗНРО. URL: <http://sznro.ru/priemorazdatka> (дата звернення: 15.11.2018).

21 Приймально-роздавальні пристрої [Електронний ресурс]. ЗАО «Нефтемонтаждиagnostика». URL: <http://www.nmdcomp.ru/produktsiya/> (дата звернення: 20.11.2018).

22 Пристрій розмиву донних [Електронний ресурс]. ПО «ВЗРК». URL: <http://vzrk.ru/ustrojstvo-razmyiva-donnyix-otlozhenij-tajfun> (дата звернення: 10.11.2018).

23 Зберігання нафти та нафтопродуктів: навчальний посібник / Під загальною редакцією Ю.Д. Земенкова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – 550 с.

24 Чернова О. Т. Спорудження газосховищ та нафтобаз: навч. посібник. частина 1. / О. Т. Чернова – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 476 с.: 273 іл., 67 табл.

## References

1. Autodesk Inc.: Instrukciya koristuvacha AutoCAD. 2017.
2. Abdulaev L. L. Kontrol v processah transporta i hraneniya nefteproduktov /L. L. Abdulaev, V. V. Blank, V. A. Yufin. - М.: Nedra, 1990.
3. Basov K. A. ANSYS u prikladah zadach. Pid zag. red. D. G. Kraskovskogo.– М.:KompyuterPress, 2002. – 224 s.: il. – ISBN 5-89959-092-0.
4. Basov K. S. ANSYS dovidnik koristuvacha. - М.: DMK Press. - 2005. - 640 s.
5. Birnz, D. AutoCAD 2010 dlya "chajnikiv". - М.: Dialektika. Vilyams, 2010. - 311 с.
6. Vengercev Yu. O. Pidvishennya nadijnosti zberigannya naftoproduktiv / Yu. O. Vengercev, V. M. Globa, I. I. Klyukach – К. : АТ "Ukrgazproekt", 1996. – 257 s.
7. Globa V. M. Sporudzhennya naftobaz i gazonaftoshovish: pidruchnik dlya tehnicnih vuziv / V. M. Globa, Yu. O. Vengercev.- К.: Molod, 1998, - 606 м.: il.234, tabl. 93 bibl.

8. Denisov, M. A. Kosp'yuterne proektuvannya. ANSYS: navchalnij posibnik. Ekaterinburg : Vid-vo Ural, un-ta, 2014. - 77 s.
9. Ekonomichna efektyvnist [Elektronnij resurs]. Vikipediya. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Ekonomichna\\_efektivnist](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ekonomichna_efektivnist) (data zvernennya: 20.11.2018).
10. Ekonomichnij efekt [Elektronnij resurs]. Vikipediya. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Ekonomichnij\\_efekt](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ekonomichnij_efekt) (data zvernennya: 21.11.2018).
11. Zharkov, N. V. AutoCAD 2005. Efektivnij samovchitel / N. V. Zharkov, M. V. Antonenko - M.: Nauka i tehnika, 2008. - 592 s.
12. Martinyuk T. A. Sporudzhennya gazoshovish i naftobaz: konspekt lekcij. / T. A. Martinyuk, O. T. Chernova.- Ivano-Frankivsk: 2010. – 365 s.
13. Novoselov V. F. Metodika rozrahunku vtrat vid viparovuvannya nafti ta naftoproduktiv z nazemnih rezervuariv / V. F. Novoselov, V. P. Botygin, I. G. Blinov.. – Ufa : Vid. Ufims. neft. in-ta, 1987. – 73 s.
14. Ustatkuvannya rezervuariv tipu RVS [Elektronnij resurs]. Studopediya. URL: <https://studopedia.info/5-74190.html> (data zvernennya: 12.11.2018).
15. Prijmalno-rozdavalnij pristirij [Elektronnij resurs]. «Tehnopark». URL: <http://tehnorvs.ru/product/rezervua/priemo-r/> (data zvernennya: 23.11.2018).
16. Pristjazhnikova I. V. Problemi zberigannya nafti ta naftoproduktiv [Elektronnij resurs]. blogger. 13 travnya 2015 r. URL: <http://innatrubachyova.blogspot.com/2015/05/blog-post.html> (data zvernennya: 06.11.2018).
17. Problemi zachistki naftovih rezervuariv ochima fahivciv [Elektronnij resurs]. Nefteshlamy. URL: <http://www.nefteshlamy.ru/stat.php?id=42> (data zvernennya: 07.11.2018).
18. Proektuvannya skladiv nafti i naftoproduktiv z tiskom nasichenih pariv ne vishe 93,3 kPa: vidomchi budivelni normi Ukrayini / vidpov. vikonavec G. O. Cvigun . – K. : Derzhavnij komitet Ukrayini po nafti i gazu (Derzhkomnaftogaz), 1994. – 156 s.
19. Rezervuari vertikalni stalevi dlya zberigannya nafti i naftoproduktiv z tiskom nasichenih pariv ne vishe 93,3 kPa (VBN V.2.2-58.2-94). Vved.01.10.94 – Rozrob. Pivdendipronaftoprovid. –K.: 1994. – 98 s.
20. Pristroyi zlivu-nalivu [Elektronnij resurs]. SZNRO. URL: <http://sznro.ru/priemorazdatka> (data zvernennya: 15.11.2018).
21. Prijmalno-rozdavalni pristroyi [Elektronnij resurs]. ZAO «Neftemontazhdiagnostika». URL: <http://www.nmdcomp.ru/produktsiya/> (data zvernennya: 20.11.2018).
22. Pristirij rozmivu donnih [Elektronnij resurs]. PO «VZRK». URL: <http://vzrk.ru/ustrojstvo-razmyiva-donnyix-otlozhenij-tajfun> (data zvernennya: 10.11.2018).
23. Zberigannya nafti ta naftoproduktiv: navchalnij posibnik / Pid zagalnoyu redakciyeyu Yu.D. Zemenkova. – Tyumen: TyumGNGU, 2001. – 550 s.
24. Chernova O. T. Sporudzhennya gazoshovish ta naftobaz: navch. posibnik. chastina 1. / O. T. Chernova – Ivano-Frankivsk: IFNTUNG, 2013. – 476 s.: 273 il., 67 tabl.