

4. *Ошкін Б.О. Особливості застосування рекуперації пневматичної енергії* / Б.О. Ошкін, О.С. Галецький // тези доповіді Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «інновації молоді - машинобудуванню» // Київ – 2017

5. *Деремед В.С. Доцільність застосування рекуперації пневматичної енергії у залізничному транспорті* / В.С. Деремед, О.С. Галецький // тези доповіді Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «інновації молоді - машинобудуванню» // Київ – 2017.

УДК 534-8, 621.647.23

**Любиченко М.А. студ., Луговський О.Ф. д.т.н., проф., Гришко І.А. к.т.н., доц.,
Зілінський А.І., асистент**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

СПОСІБ ДЕГАЗАЦІЇ РІДИНИ ШЛЯХОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ

Як ми знаємо, нерозчинене повітря шкідливо впливає на об'ємний модуль пружності робочої рідини. Зазвичай вміст такого повітря в гідросистемах становить 0,5-5%, але це значення може досягати 15%. Також у рідині наявне і розчинене повітря, яке, при нормальній роботі гідроприводу, не впливає на величину модуля пружності. Однак, при зниженні тиску до значення, що значно нижче атмосферного (наприклад, на вході в насос при засміченому фільтрі, який встановлено перед цим насосом, і без обхідної лінії), відбувається виділення повітря і збирання його в бульбашки, тобто, збільшується вміст нерозчиненого повітря. Наслідком даного явища є зменшення об'ємного модуля пружності робочої рідини, що негативно впливає на стабільність роботи гідросистеми. Для попередження та уникнення цих процесів необхідно ретельніше розглянути дане питання з різних сторін.

Вплив нерозчиненого повітря в робочій рідині на гідросистеми.

Нерозчинене повітря в першу чергу впливає на роботу насоса, адже об'ємний модуль пружності робочої рідини, з наявним в ній повітрям, нижчий паспортного значення, як наслідок зменшується напір. На початку всмоктування відбувається розширення стисненої, у шкідливому просторі, рідини, а через наявність нерозчиненого повітря, значення зміни цього об'єму значно більше розрахункового. Це викликає затримку у відкритті всмоктувального клапана, через що порушуються коливання тиску, що передаються на деталі насоса. Так само має місце недозаповнення робочих камер, що зменшує продуктивність насоса. Через потрапляння повітря в проточну частину може відбуватися зрив насоса при вмиканні. Також нерозчинене повітря в робочій рідині приєє ерозійному зносу робочих поверхонь дроселюючої апаратури, погіршує роботу масляного бака і теплообмін в теплообмінниках, викликає запізнювання дії гідросистеми, і зокрема системи слідкуючого приводу. Це ж повітря сприяє і виникненню кавітації, активними осередками якої і є бульбашки повітря. Насичення рідини нерозчиненим повітрям може привести до втрати системою стійкості та жорсткості. Зниження жорсткості гідросистеми, яке характеризується величиною зміщення (просадки) вихідної ланки виконавчого органу під дією прикладеного до нього навантаження, викликане збільшенням пружності робочого середовища. Нерозчинене повітря також викликає старіння масла.

На теперішній час багато уваги приділяється ультразвуковому способу дегазації рідини. Актуальність даного способу заключається у швидкій та ефективній дегазації рідини без впливу на фізичні та хімічні властивості рідини. Адже, як відомо, для поліпшення фізичних властивостей мастил, які застосовують у гідроприводах, широко використовують різні хімічні присадки, а при термічному способі дегазації, за умови недотримання необхідних температур, отримаємо незворотні зміни фізичних властивостей робочої рідини. Така ж

ситуація і з хімічними властивостями при хімічному способі, при неврахуванні складу присадок. Такі способи як вакуумна дегазація та відстоювання не впливають на властивості мастил, проте перший спосіб потребує значних затрат енергії для створення вакууму, а другий займає значний час, близько 12 годин, як показали проведені нами досліди.

Проведення дослідів

На рис.1 зображена експериментальна установка для дослідження ультразвукової дегазації рідини. Маємо ємність з герметично закріпленою кришкою, в якій розміщена трубка малого діаметру з нанесеними поділками, яка закріплена однією стороною з ємністю, а іншою виходить в атмосферу. Основна трубка герметично монтується в корпус. Герметизація, в даному випадку, відбувається за рахунок гумового ущільнюючого кільця, яке знаходиться у проточці корпусу. Ультразвуковий випромінювач монтується знизу корпусу за допомогою гвинтів, співвісно основній трубці. Герметизація відбувається за рахунок второпластового ущільнюючого кільця.

Ультразвукові хвилі, що генеруються випромінювачем, призводять до виникнення кавітації, наслідком чого є з'єднання малих бульбашок повітря, що знаходяться в рідині, в більші. Маючи більший об'єм, вони мають і більшу плавучість (закон Архімеда), тому піднімаються у верхню частину основної трубки, а далі через мірну трубку виділяються в атмосферу, зменшуючи об'єм рідини в ємності. Завдяки мірній трубці малого діаметру і значному об'єму робочої порожнини, при зменшенні об'єму дослідної рідини на 0,1%, зміщення рівня досягає 20 мм, що дозволяє досить точно вимірювати вміст повітря в рідині.

Для експериментів було вибрано 3 різних мастила з різними властивостями:

1. Мастило для гідравлічних систем Envirologic 3046

- $\rho = 860 \text{ кг/м}^3$

- $\mu = 49 \text{ сСт}$

2. Моторне мастило Shell Helix Ultra 0w40

- $\rho = 844 \text{ кг/м}^3$

- $\mu = 75,2 \text{ сСт}$

3. Мастило автоматичних трансмісій Texaco Texamatic 7045 E

- $\rho = 862 \text{ кг/м}^3$

- $\mu = 33,8 \text{ сСт}$

Ультразвукова дегазація

Заміри рівня рідини в трубці проводяться за часом. Перший замір здійснюється на 5 секунд після наповнення установки мастилом, наступні заміри проводяться на 15, 35 та 60 секундах. Невеликий час експерименту обумовлений нагріванням дослідної рідини під час тривалого опромінення ультразвуком, наслідком чого є теплове розширення, що робить неможливим зняття точних даних на даному стенді.

Даний стенд є першим прототипом такої конструкції, тому в ньому не передбачено встановлення термометра та теплообмінника. Адже проблеми з нагріванням були виявлені лише під час дослідів і тому не було можливості для модернізації.

Відстоювання

Заміри рівня рідини в трубці проводяться за часом. Перший замір здійснюється на 5 хвилині після наповнення установки мастилом, наступні заміри проводяться на 15, 35, 60, 120, 180 хвилинах та через 12 годин після початку досліду.

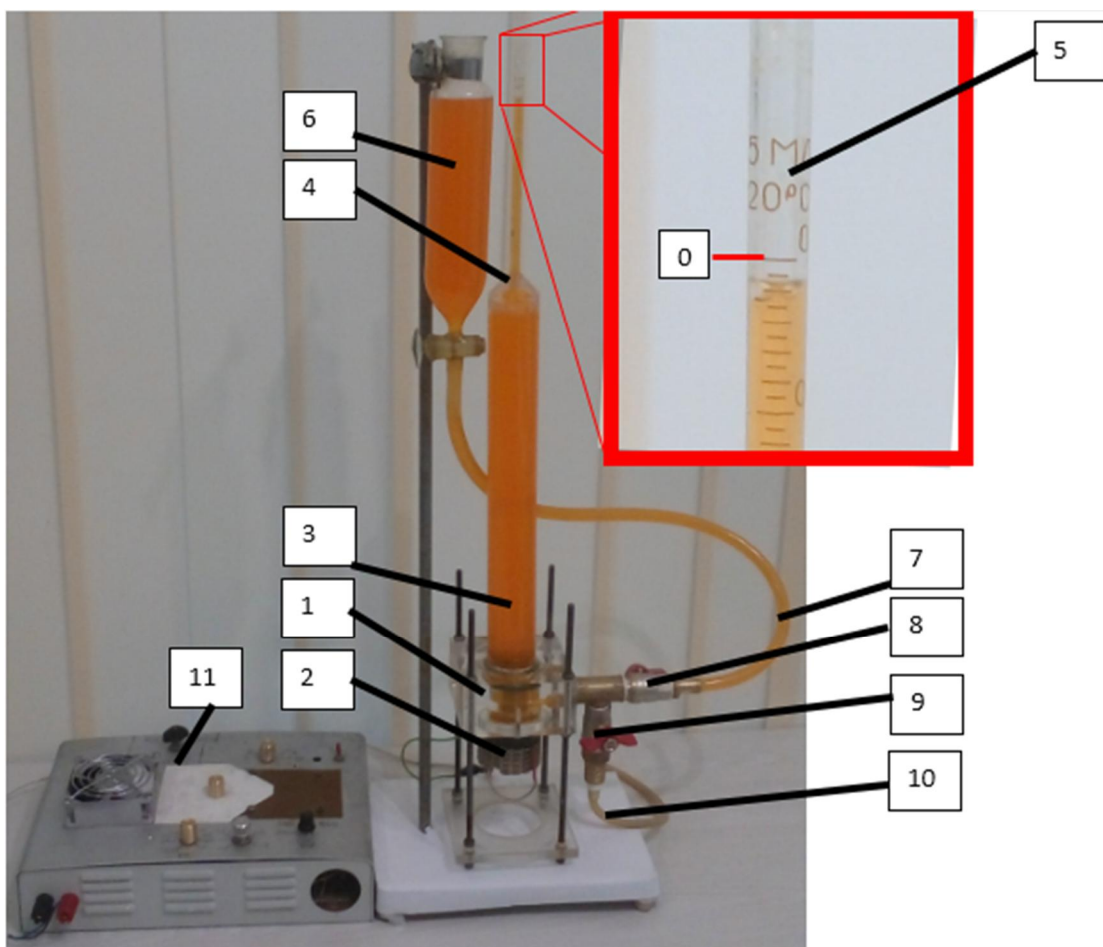


Рис. 1 – Експериментальна установка для ультразвукової дегазації рідин (1 – корпус; 2 – ультразвуковий випромінювач; 3 – основна трубка; 4 – кришка; 5 – мірна трубка; 6 – ємність для заливання; 7,10 – трубки підводу та зливу рідини; 8,9 – крани підводу та зливу рідини; 11 – блок живлення.)

Порівняння результатів ультразвукового способу дегазації з відстоюванням

На рис. 2- рис.4 зображено порівняння усереднених значень результатів проведених дослідів ультразвукової дегазації та відстоювання для кожного із мастил. По осі Y приймаємо кількість вивільненого повітря у відсотковому відношенні до початкового об'єму досліджуваної рідини.

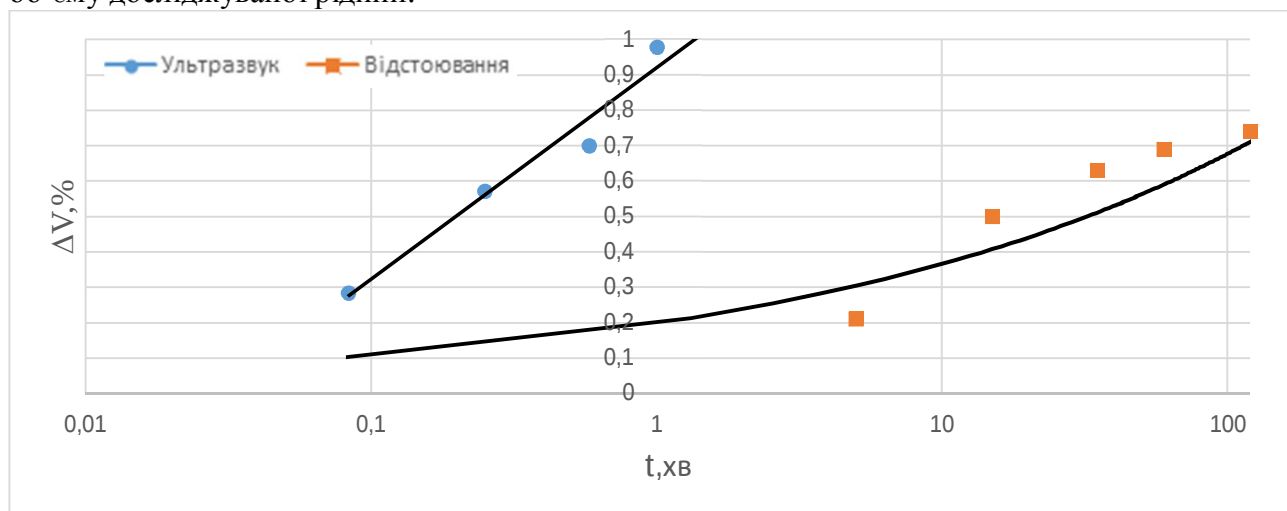


Рис. 2 – Порівняння результатів для мастила Envirologic 3046

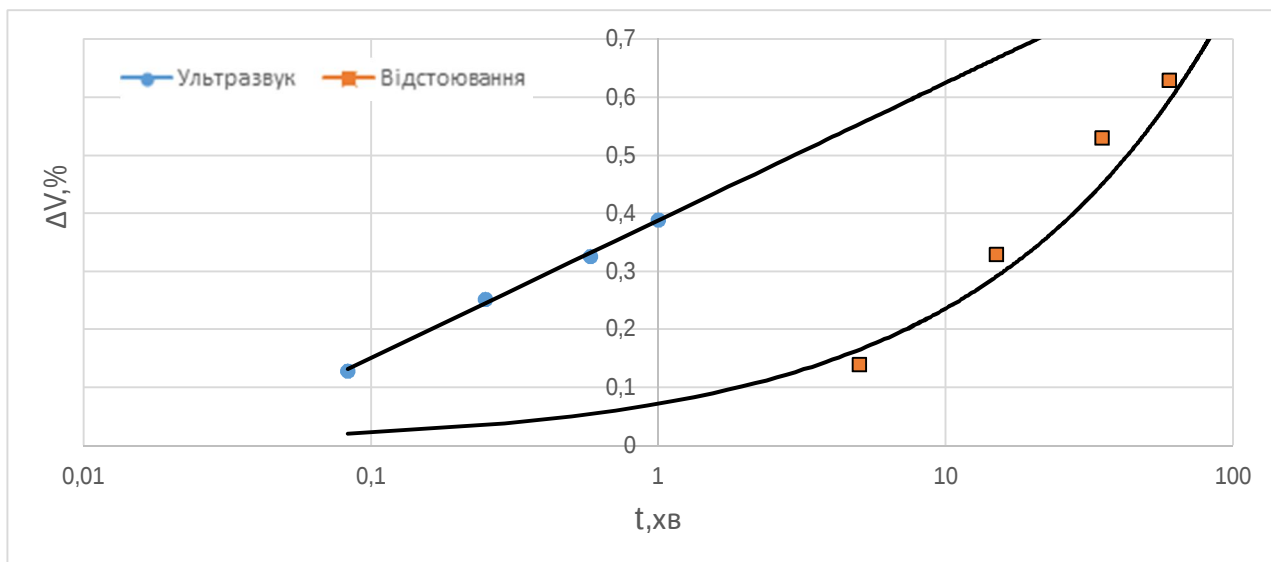


Рис. 3 – Порівняння результатів для мастила Shell Helix Ultra 0w40

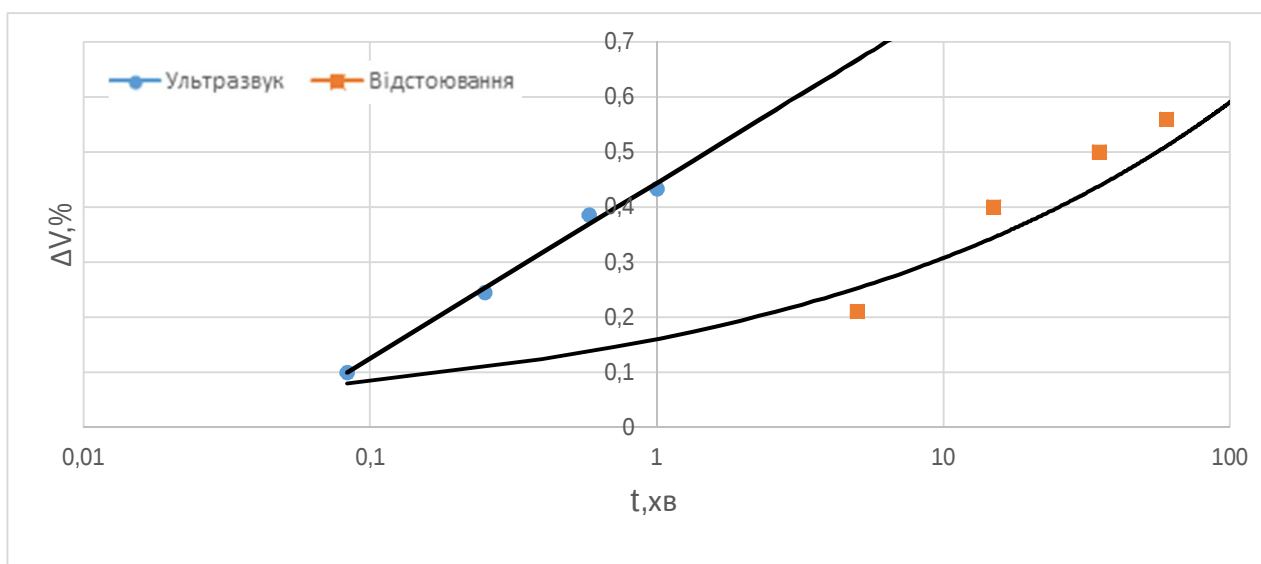


Рис. 4 – Порівняння результатів для мастила Texaco Texamatic 7045 E

Висновок: Аналізуючи отримані дані, в проведених нами експериментах, можна зробити висновок про вплив ультразвукової дегазації на вміст нерозчиненого повітря в різних рідинах з різними фізичними характеристиками. Хоч конструктивна недосконалість стенду і не дає нам повної картини протікання досліджуваного процесу, проте проаналізувавши побудовані графіки ми можемо приблизно спрогнозувати їх подальше поведіння.

При усуненні деяких конструктивних недоліків експериментального стенду, які ми виявили у процесі проведення експериментів, стане можливим проводити експерименти до повної дегазації досліджуваної рідини і дозволить підвищити точність та ефективність експериментів.