

УДК 532.52

Мамедов Асіман Нізамі огли, аспірант, Коваль Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент,
Муращенко Альона Миколаївна, к.т.н, ст.викл.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Особливості впливу поперечного магнітного поля на течію двофазних електропровідних рідин

Анотація. Робота присвячена вивченню впливу постійного магнітного поля на витікання електропровідної рідини з насадку.

Проведені експерименти з використанням магнітних пластин, з постійною величиною магнітного поля, дозволили розглянути особливості витікання в'язкої рідини з насадку.

Відомо що наявність магнітного поля призводить до зміни реологічних властивостей електропровідної рідини і, як показано в роботі, це може істотно впливати на гідравлічний опір. Подальші дослідження дозволять дати рекомендації щодо розрахунку гідравлічного опору з урахуванням впливу магнітного поля.

Ключові слова: магнітна рідина, пондеромоторна сила.

Течія в'язких і аномально - в'язких рідин (особливо у двофазних потоках) знаходить велике практичне застосування в гідравлічних системах, у яких “керування” течією здійснюється за допомогою поперечного магнітного поля. Дослідження впливу магнітного поля (а точніше, пондеромоторних сил) на характер течії рідин, проведене цілим рядом авторів, дали можливість оцінити гальмуючий ефект [1-4], а також вплив магнітного поля на реологічні властивості рідин [5]. На жаль, в основному, зазначені дослідження стосуються однорідних рідин (ртуть, розплавлені метали та інші). У той же час при розв'язанні багатьох практичних задач, наприклад, в області механотроніки, зазвичай використовуються двофазні рідини які складаються з електропровідної твердої фази та неелектропровідної рідкої.

У під час руху таких середовищ у каналах складної форми можливо їхнє розшарування уздовж потоку, а отже, і зміна їх реологічних властивостей. Особливості подібного виду течії розглянуті в даній роботі.

В роботі розглянуто особливості витікання з насадку (ламінальної течії) електропровідної двофазної рідини, яка отримана змішуванням оливи (SAE 15W40) та твердих електропровідних часток, розміри яких не перевищують 5 мкм.

Установка дозволяла забезпечувати витікання рідини з різною швидкістю при зміні тиску в межах $6 \cdot 10^4 \text{ Па} \leq \Delta p \leq 12 \cdot 10^4 \text{ Па}$. Магнітне поле створювалось за допомогою магніту с характеристиками, які вказані в табл.1.

Таблиця 1

Технічні характеристики постійного анізотропного феритового магніту 28CA250, використовуюваного в експерименті

Залишкова індукція, Тл	Коерцитивна сила по індукції, кА/м	Коерцитивна сила по намагніченості, кА/м	Добуток $\max(B * H)$, кДж/м ³
0,39	240	250	28

Зміна магнітного поля забезпечувалась зміною відстані між насадком і магнітом. Індукція магнітного поля В визначалася магнітометром НТ20. Таким чином, у результаті експерименту розглядалась течія двофазного електропровідного потоку в магнітному полі, яке створювалось постійними магнітами при різних значеннях швидкості й тиску. Слід зазначити, що в результаті візуальних спостережень під дією магнітного поля відбувалося розшарування рідини й частина магнітних часток «осідала» на стінку каналу з боку магніту. Ця особливість

впливала на характер зміни швидкості при витіканні через насадку. На рис.1 показана залежність швидкості витікання від тиску у каналі залежно від наявності магнітного поля.

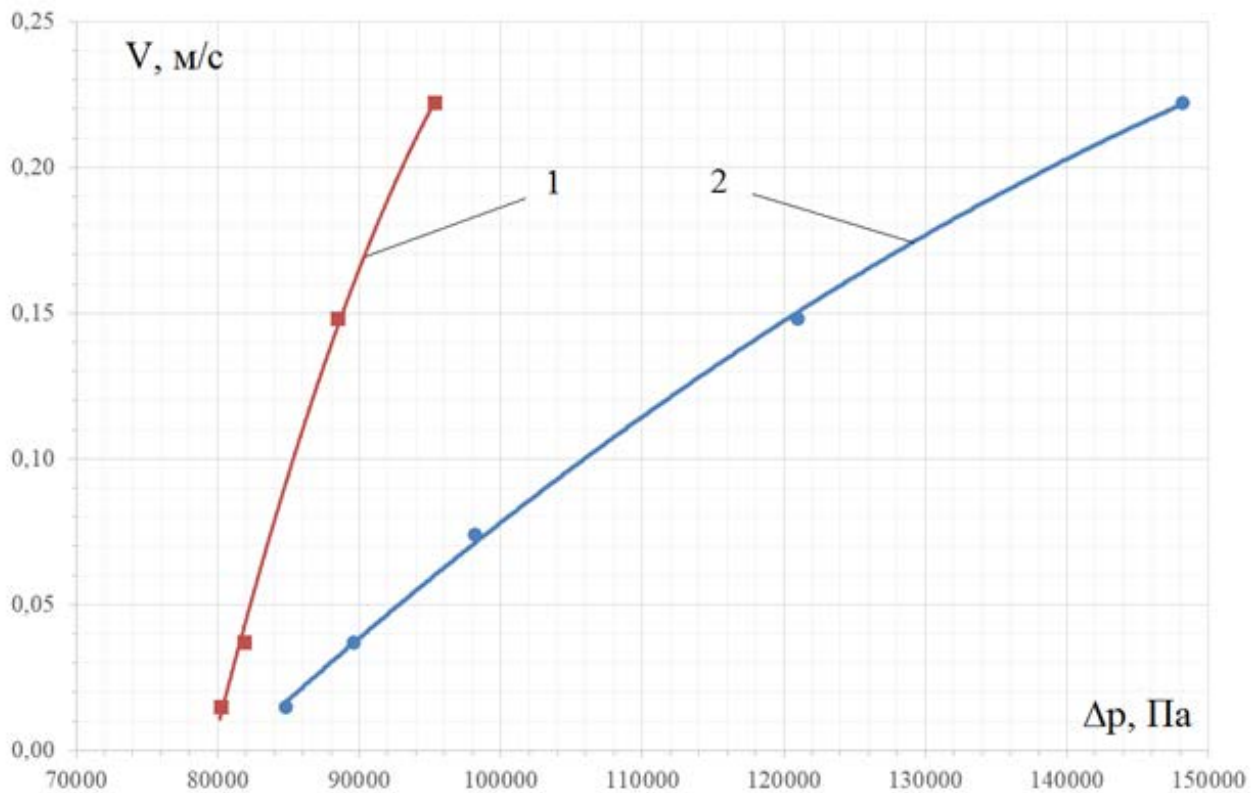


Рис. 3. Залежність $v = f(\Delta p)$: 1 - з магнітним полем, 2 - без магнітного поля

Швидкість витікання, залежно від тиску, у каналі за наявності магнітного поля може бути описана рівнянням

$$V_1 = -3 \cdot 10^{-10} \Delta p^2 + 7 \cdot 10^{-5} \Delta p - 3.5721. \quad (1)$$

Швидкість витікання, залежно від тиску, у каналі без магнітного поля може бути описана рівнянням

$$V_2 = -2 \cdot 10^{-11} \Delta p^2 + 7 \cdot 10^{-6} \Delta p - 0.4714. \quad (2)$$

Аналіз кривих, які представлені на рис.3 та рівнянь (1-2) вказує на наявність розшарування електропровідної рідини в магнітному полі при ламінарному режимі течії. Дане розшарування може бути більше інтенсивним при збільшенні магнітної індукції B .

Список використаної літератури

1. Ватажин. А. Б. Магнитогидродинамические течения в каналах / А.Б. Ватажин, Г.А. Любимов, С.А. Регирер. – Москва: Наука, 1970. – 672 с.
2. Шерклиф Д. Курс магнитной гидродинамики / Дж. Шерклиф. – Москва: Мир, 1967. – 320 с.
3. Бай Ши-и. Магнитная газодинамика и динамика плазмы / Бай Ши-и. – Москва: Мир, 1964. – 302 с.
4. Reyes V. G. (Ed.) Perspectives in Magnetohydrodynamics Research, Nova Science Publishers, 2011, 142 p.
5. Koval O., Mamedov A., Karashchuk Y. Analysis of the influence of the magnetic field on the laminar flow of a viscous fluid in the channels //Mechanics and Advanced Technologies. – 2019. – Т. 85. – №. 1. – С. 71-77.