

УДК 532.513.1

Електрогідралічна установка імпульсної дії для перекачування ньютонівських рідин

Ночніченко І.В., Лавренюк А. О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

***Анотація.** В роботі розглянуто електрогідралічний ефект, який знайшов широке застосування в будівництві, машинобудуванні, металургії, медицині. Розроблено електрогідралічний насос імпульсної дії, методику експериментальних досліджень. Результати показують перспективність, запропонованого способу перекачування рідини, але потребують доопрацювання модуля перекачування, а його застосування забезпечує можливість використання в системах з невеликою витратою робочої рідини. Розроблена конструкція насоса є працездатною, найбільша продуктивність насоса спостерігалась, при частоті електричних імпульсів 4,83 Hz та відстані зазору розрядників 4 мм і складала 14 тл за хвилину. Отримана залежність швидкості розрядів, від зазору між електродами повітряного розрядника для води.*

***Ключові слова:** електрогідралічний ефект; фронт імпульсу; кавітація.*

Електрогідралічний ефект Юткіна Л. А. (ЕГЕ), являє собою високовольтний електричний розряд в об'ємі рідини [1]. При проходженні електричного розряду, крізь шар рідини, відбувається виділення енергії в період досить короткого проміжку часу. Потужний високовольтний електричний імпульс викликає різні фізичні явища. Зокрема — появу надвисоких імпульсних гідралічних тисків до 2000 МПа та інтенсивної струминної течія зі швидкістю кумулятивних мікроструменів до 500 м/с, електромагнітне випромінювання, іонізуючі, акустичні хвилі, електромагнітні поля появи кавітації і сонолюмінісценції [1,2].

Питання пов'язані з описом поведінки бульбашки в каверні при ЕГЕ, являються надто складними, що до останнього часу повністю не вивчені [1,2].

Даний ефект перетворює електричну енергію на механічну та використовується для очищення поверхонь, зняття внутрішніх напружень, штампування, зварювання, на даному принципі працюють електрогідралічні молоти та дробарки, електрогідралічні насоси, застосовують в подрібненні корисних копалин.

Метою роботи є створення і випробування насоса імпульсної дії на основі електрогідралічного ефекту (ЕГЕ).

Задачами:

- створення конструкції насоса на принципі ЕГЕ та перевірка ефективності роботи;
- розробка випробувального стенду та проведення експериментальних досліджень.

Для отримання ЕГЕ ефекту на першому кроці виконано розрахунок номіналів та потужності елементів. На другому кроці розроблено електричну принципову схему установки та підібране обладнання. Основні технічні параметри установки є наступні: напруга високовольтного трансформатора 15 кВ, сила струму -20 мкА, ємність конденсаторів 136 мкФ [3].

Розроблена конструкція насоса, який працює на принципі ЕГЕ представлено на рис. 1. Безпосередньо, створено сам насос рис. 2, електрогідралічна схема рис 3 та експериментальний стенд рис 4.

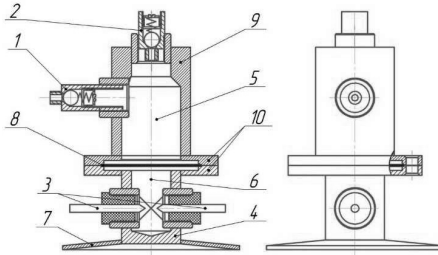


Рис.1. Спрощена конструктивна схема розробленого насоса імпульсної дії на принципі ЕГЕ (1- впускний зворотній клапан; 2- випускний зворотній клапан; 3- електроди; 4- корпус; 5- камера насосна; 6- камера розрядна; 7- станина; 8- еластична мембрана; 9- фланці);

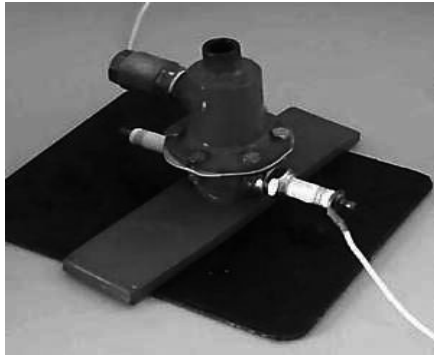


Рис. 2. Фото насоса імпульсної дії

Принцип роботи установки є наступним при досягненні критичного значення, виникає повітряний пробій на формуючих іскрових проміжках (ФП) 6. За допомогою ФП 6 можна регулювати кількість енергії з її імпульсною подачею на основний проміжок у рідину, він суттєво зменшує тривалість імпульсу та запобігає виникненню дугового розряду. На установці рис.4 встановлено два ФП 6 з можливістю регулювання зазорів (S), для підвищення стабільності роботи та крутизни фронту імпульсу. Енергія, що була накопичена на конденсаторах, поступає на робочий проміжок 3 у рідині рис. 3, де виникає високовольтний пробій у вигляді короткого електричного імпульсу.

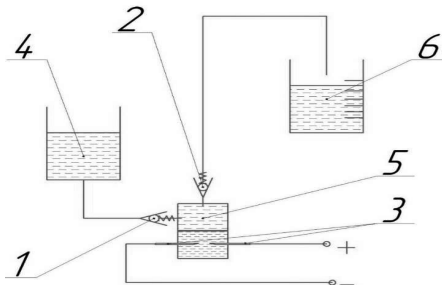


Рис 3. Принципова схема експериментального стенда (1- впускний клапан; 2- випускний клапан; 3-електроди; 4- бак; 5- насос 6- витратомір)

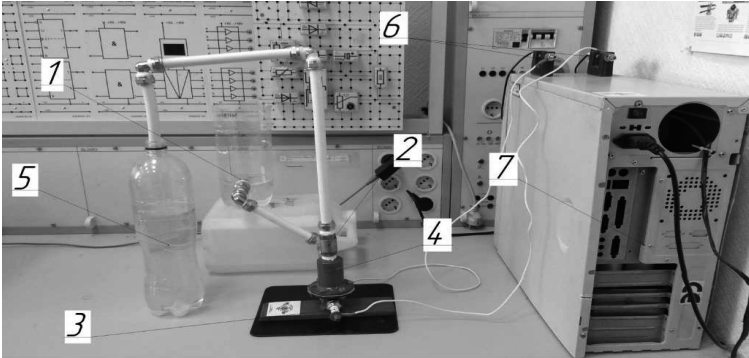


Рис 4. Експериментальна ЕГЕ установка
 (1- бак; 2-випускний клапан; 3- електрод; 4- насос; 5- витратомір;
 6- повітряний розрядник; 7- високовольтний генератор імпульсів)

Для проведення експериментальних досліджень було розроблено методику проведення досліджень, проведено планування експерименту з фіксацією наступних величин: витрати робочої рідини, частота розрядів, відстань між електродами повітряного розрядника, температура робочої рідини (води).

В результаті експериментальних досліджень отримано залежність швидкості електричних розрядів, від зазору між електродами на повітряному електричному розряднику та залежність витрати насоса, від зазору між електродами на повітряному електричному розряднику.

Табл.1

Результати експериментальних досліджень

№ досліду	Частота електричних розрядів, Гц	Витрата, мл/хв	Зазор електричних розрядників, мм		Температура, °С
			Розрядник1	Розрядник2	
1	1,73	10	8	8	16
2	4,83	13	4	4	16
3	6	5	2	2	16
4	2	7	6	6	16
5	1,3	4	10	10	16
6	2,7	3	8	4	16

За результатами досліджень отримано залежність витрати рідини Q , від частоти електричних розрядів F (рис 5).

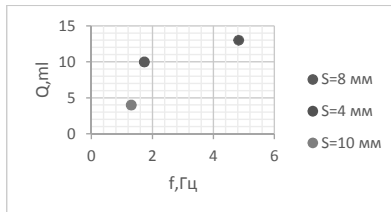


Рис 5. Залежність витрати Q , від частоти електричних розрядів F від зазорів розрядників (шпаруватості)

Аналіз залежності рис.5 показав, що найбільш раціональна частота складає 4,83 Гц при зазорі повітряного розрядника 4 мм при цьому максимальна витрата рідини складала 13 ml за хвилину. Отримана величина витрати є незадовільною поставлений меті та розрахунку, а проведені дослідження дало змогу перевірити загалом можливість перекачування рідини. В подальшому планується зробити поглиблений аналіз витрат і доопрацювати конструкцію насосу, замінити тип мембрани, збільшити потужність установки та підібрати раціональні типи рідин з максимальним розширенням під дією електричних імпульсів.

Висновки.

Підвищити ККД ЕГЕ насосу можливо за рахунок використання кумулятивного ефекту. Результати показують перспективність, запропонованого способу, проведені дослідження підтверджують роботоздатність установки, а її застосування забезпечує можливість використання.

Розроблена конструкція насосу є працездатною. Найбільша продуктивність насоса була зафіксована, при частоті електричних імпульсів 4,83 Гц. Отримана залежність швидкості розрядів, від зазору між електродами повітряного розрядника.

Electro-hydraulic impulse system for pumping Newtonian fluids

Nochnichenko I., Lavrenyuk A.

Abstract. The paper considers the electro-hydraulic effect, which is widely used in construction, engineering, metallurgy, medicine. The electric-hydraulic pump of impulse action, the method of experimental research. The results show the promise of the proposed method of pumping the liquid, but require the refinement of the transfer module, and its application provides the possibility of use in systems with low flow of the working fluid. The developed design of the pump is operational, the largest pump performance was observed at an electric impulse frequency of 4.83 Hz and a spacing gap of 4 mm spacers and amounted to 14 ml per minute. The dependence of the rate of discharge, on the gap between the electrodes of the air arrester for water, is obtained.

Keywords: electrohydraulic effect; impulse front; cavitation.

Электрогидравлическая установка импульсного действия для перекачки ньютоновских жидкостей

Ночниченко И.В., Лавренюк А.А.

Аннотация. В работе рассмотрен электрогидравлический эффект, который нашел широкое применение в машиностроении, металлургии, медицине. Разработан электрогидравлический насос импульсного действия, методика экспериментальных исследований. Результаты показывают перспективность, предложенного способа перекачки жидкости, но требуют доработки модуля перекачки, а его применение обеспечивает возможность использования в системах с небольшим расходом рабочей жидкости. Разработанная конструкция насоса является работоспособной, наибольшая производительность насоса наблюдалась при частоте электрических импульсов 4,83 Гц и расстоянии зазора между разрядниками 4 мм и составляла 14 мл в минуту. Получена зависимость скорости разрядов, от зазора между электродами воздушного разрядника для воды.

Ключевые слова: электрогидравлический эффект; фронт импульса; кавитация.

Список використаних джерел

1. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние., 1986.— 253 с. 2.
2. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект М, Л Машгиз, 1955.- 52 с.
3. М. Л. Бекерман, І. В. Ночніченко Створення установки для отримання електрогидравлічного ефекту з метою розв'язання навчальних завдань Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів Інновації молоді - машинобудуванню 2017 Секція: Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка м. Київ, 2017.- С.