

#### **Список літератури**

1. Дерголец В.Ф. Мир воды/В.Ф. Дерголец.- Л.: Недра, 1979.-254 с.
2. Веретельник Т.И. Влияние гидродинамической кавитации на электрохимические показатели воды/Т.И. Веретельник, А.А. Цыба, А.В. Себко// Вісник НТУУ «КПІ», серія машинобудування.-2014.-№3(72).-с.97-103

**УДК 532.528**

**Веретельник Т.И., к.т.н, доц., Себко А.В.**

Черкасский государственный технологический университет, г.Черкасы, Украина

### **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЯ В КАНАЛЕ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ**

В настоящей работе приведены результаты численного моделирования течения водопроводной воды через канал кавитационного реактора с учетом кавитационных режимов течений, характеризующихся различной степенью развития кавитации.

Режим зарождающейся кавитации представлен расчетом с числом  $\chi=1,2$ , для течений со слабо и сильно развитой кавитацией  $\chi=0,85$ , для режима суперкавитации  $\chi=0,55$ .

При исследовании двухфазного течения в кавитационном реакторе вихревого типа были исследованы пульсационные характеристики течения вязкой жидкости, кинематическая вязкость во всех рассмотренных случаях составляла  $\nu=0,804 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , плотность пара  $\rho_v$  считалась равной  $1 \text{ кг}/\text{м}^3$ , критическое давление  $p_{cav}$  равнялось ЗКПа. В экспериментах на стенках вихревого канала ставились условия прилипания, на входе в канал задавался профиль скорости  $u$  и соответствующее число Рейнольдса  $Re$ :

$$u_1=10 \text{ м}/\text{с}; \quad u_2=15 \text{ м}/\text{с}; \quad u_3=20 \text{ м}/\text{с}$$

$$Re_1=2,5 \cdot 10^5; \quad Re_2=3,73 \cdot 10^5; \quad Re_3=5 \cdot 10^5$$

Таким образом, на основе нестационарных уравнений фазового переноса с источковыми слагаемыми, регулирующими межфазный массообмен, численно моделируется движение парожидкостной среды в канале вихревого кавитационного реактора.

Отмечено хорошее согласование результатов вычислительного и физических экспериментов по размерам кавитационных областей, так и по профилям скорости в сечениях с кавитационными зонами. В режимах зарождающейся и слабой кавитации осцилляции скорости носят периодический характер. С уменьшением числа кавитации величина кавитационной зоны увеличивается, характер флуктуаций становится аperiодичным. В пристенных зонах, где интенсивность кавитации высока, рассчитанные амплитуды пульсаций хорошо согласуются с экспериментальными данными.

**УДК УДК 678.057.3:532.55**

**Разави Ф., Яхно О.М., Коваль А.Д.**

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

### **КРИТЕРИАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СМАЗОК В КОНИЧЕСКИХ ЗАЗОРАХ**

Решение проблем связанных с поведением аномальновязких жидкостей в зазорах между цилиндрическими поверхностями, при условии, что одна из них вращается, является актуальной проблемой. Особенно актуальной данная проблема является при решении задач гидродинамической теории смазок. Что касается течения между двумя цилиндрическими поверхностями, то такие течения достаточно подробно изучены многими авторами [1]. На

основании этих исследований были получены зависимости, характеризующие крутящий момент  $M_{кр}$  при вращении внутреннего цилиндра в зависимости от геометрических особенностей зазоров и реологических свойств жидкостей. Следует отметить, что к сожалению в настоящее время исследование течений в конических зазорах при условии вращения внутреннего конуса выполнены в недостаточной степени.

Попытка теоретического определения крутящего момента, позволяющего решить задачу о гидравлическом сопротивлении движению смазки в коническом зазоре, в свою очередь связанного с реологическими свойствами смазочных сред предпринята в работе [2].

В качестве жидкостей, которые довольно часто используются при смазке, можно выделить смазочные материалы для различных систем автомобилей. Нами были проведены исследования реологических свойств таких жидкостей как GROM-EX, Лада-Люкс-40, Океан-Люкс-50, Лукойл-40, смазок Нигрол, ТАД-17и, Литол-24 и Графитная. Исследования показали, что в большинстве случаев, данные смазки можно считать ньютоновскими жидкостями, однако же, в некоторых случаях они проявляют неньютоновскими свойства с индексом течения, существенно отличающимся от единицы. Например, на рис.1 представлены реологические характеристики смазки “Нигрол”. Реологические кривые для широкого диапазона скоростей вращения и зазоров показали, что данная жидкость может быть описана реологическим законом Освальда де Вилля ( $\tau = k\dot{\gamma}^n$ ) с индексом течения изменяющимся в пределах  $0,9033 \div 0,9207$ .

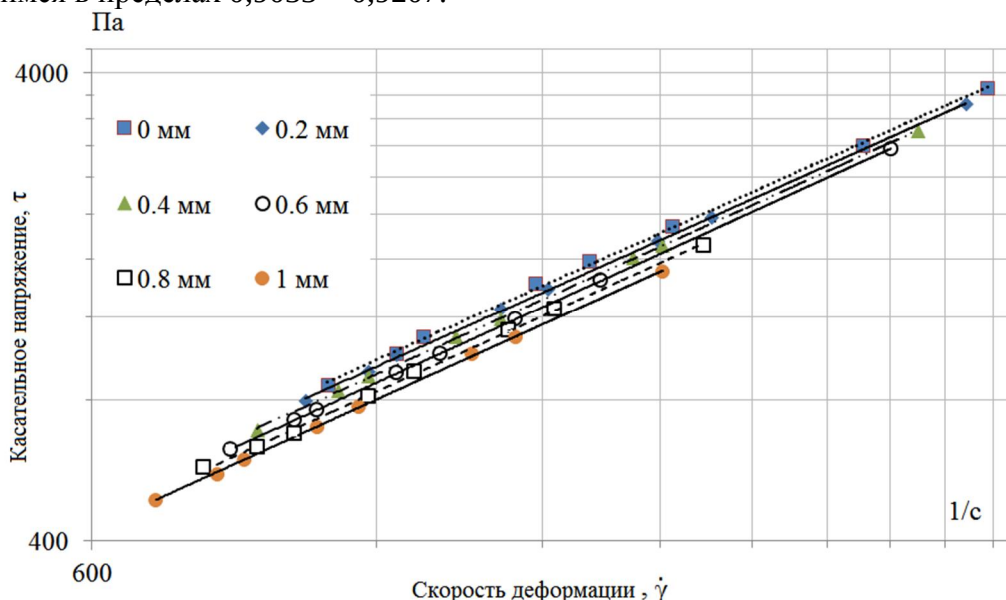


Рис. 1- Реологические кривые для смазки Нигрол

Гидродинамика потока в зазорах между коническими поверхностями данной жидкости изучалась на экспериментальной установке, представляющим собой модернизированный ротационный вискозиметр «Реотест-2», где в качестве измерительных использовались поверхности с углами конусности  $\alpha=60^\circ$ . На рис. 2 представлена фотография данной установки.

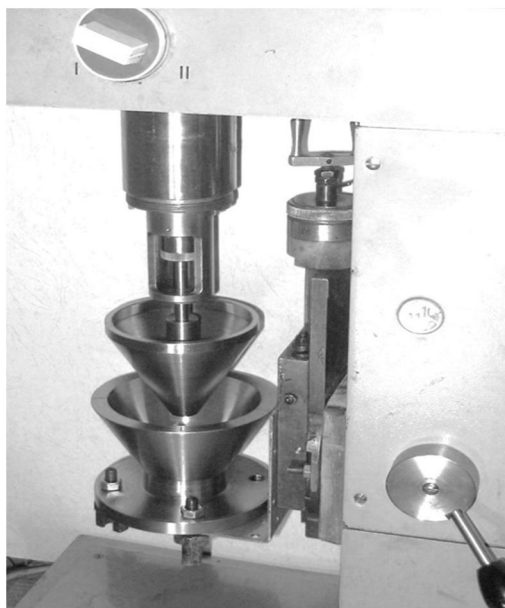


Рис. 2- Ротационный вискозиметр Реотест-2, модернизированный для проведения экспериментов

Исследования, проведенные при температуре 16°C, позволили построить графики зависимости изменения крутящего момента от числа оборотов в коническом зазоре (рис.3).

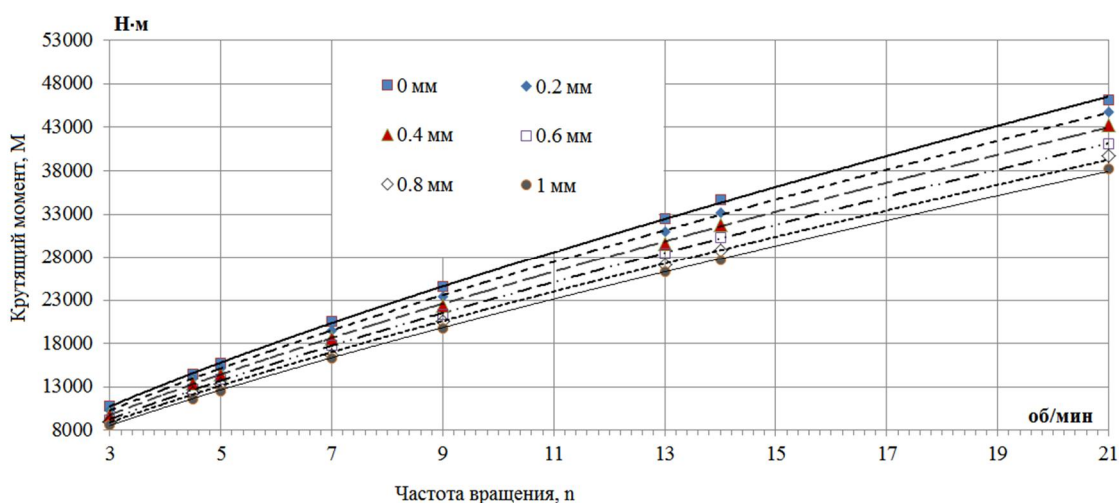


Рис. 3- Зависимость крутящего момента от частоты вращения для смазки Нигрол при разных зазорах

Как показали опыты в общем случае одной из важнейших характеристик данного течения, как соответствует из графика Штрибека [3], является величина  $K = \frac{\mu u}{N}$ . На основании экспериментального исследования нами установлено, что в общем случае крутящий момент является функцией ряда физических величин:

$$M = f(h, \omega, R, \mu, \rho, N, P), \quad (1)$$

где  $h$  - толщина слоя смазки,  $\rho$  - плотность смазки,  $\omega$  - окружная скорость,  $N$  - нагрузка,  $\mu$  - коэффициент динамической вязкости,  $R$  - радиус.

Воспользуемся П-теоремой. Несложно заметить, что в критериальном виде данная зависимость может быть представлена соответствующим уравнением, которое позволяет учесть влияние целого ряда факторов.

В общем случае, применительно к рассматриваемым экспериментам критериальное соотношение (1) может быть представлено следующим образом

$$\frac{M}{\rho \omega^2 h^3} = f \left[ \frac{R}{h}; \frac{\mu}{\rho h^2}; \frac{N}{\rho \omega^2 h^2}; \frac{P}{\rho \omega^2} \right]$$

или

$$\Pi_1 = f[\Pi_2; \Pi_3; \Pi_4; \Pi_5].$$

На рис.4 показано, каким образом критерий, характеризующий крутящий момент является функцией от числа оборотов при фиксированной ширине зазоров, плотности и окружной скорости. Эти результаты могут быть в дальнейшем использованы также для определения коэффициента трения в подобного типа зазорах, с учетом реологических свойств жидкостей.

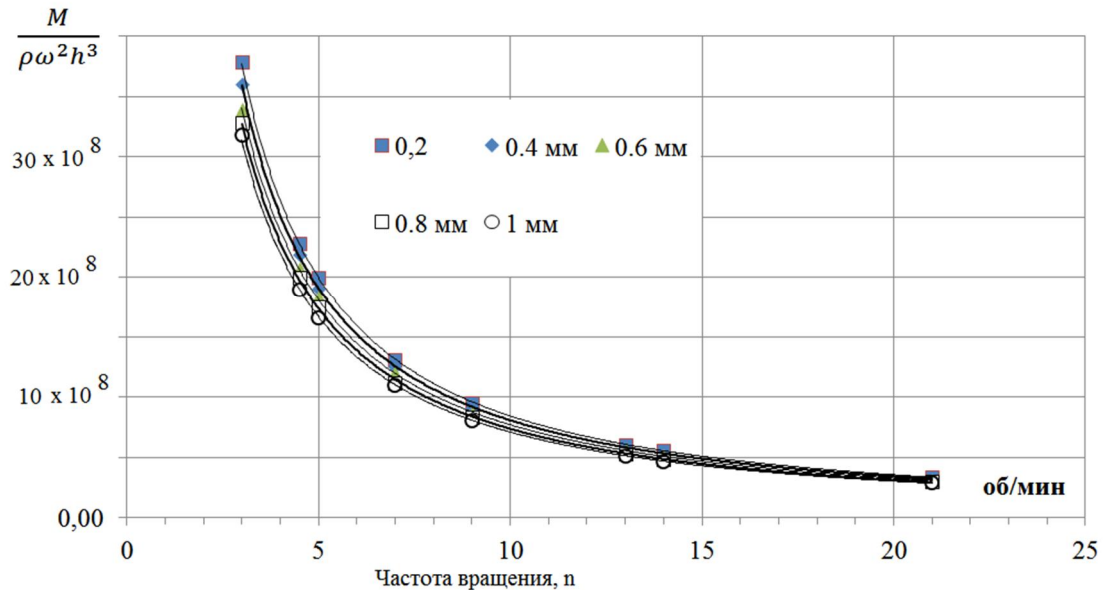


Рис.4 – График зависимости критерия  $\frac{M}{\rho \omega^2 h^3}$  от числа оборотов

#### Список использованных источников

1. И. М. Белкин / Ротационные приборы. Измерение вязкости и физико - механических характеристик материалов / И. М. Белкин, Г. В. Виноградов, А. И. Леонов ; под ред. Г. В. Виноградова. - Москва : Машиностроение, 1968. - 272 с. : ил.
2. О. Д. Коваль, М. В. Ногін, Ф. Разави Определение крутящего момента в системах смазки с коническим зазором /Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування № 3(78). 2016,с.41-45.
3. Яхно О.М. Основы гідродинамічної теорії змащування. Навчальний посібник/ Яхно О.М., Ковальов В.А., Семінська Н.В., Фаршад Разаві/ Харків: Видавництво НТМТ, 2015-196с.

УДК 532.513.1

Ночніченко І.В., к.т.н.,ст. викладач, Томашевський О.О., студ.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ Україна

### ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ВИТРАТИ РОБОЧОЇ РІДИНИ ДЛЯ РЕГУЛЬОВАНОГО ГІДРОДИНАМІЧНОГО КАВІТАЦІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА

**Актуальність.** У гідравлічних пристроях в якості запірно-регулюючих елементів використовуються різні типи дроселів, форсунок, жиклерів [2]. В діафрагмових та циліндричних дроселях потік робочої рідини має яскраво виражений турбулентний характер, а в стиснутому перерізі велика швидкість викликає кавітацію і пов'язане з нею активне виділення бульбашок нерозчинених повітря і пара [2-4]. У зоні підвищеного тиску