

*М. М. Глазков, канд. техн. наук, проф.,  
В. Г. Ланецький, канд. техн. наук, доц.,  
О. С. Пузік, магістрант*

## **КАВІТАЦІЙНІ ПРИСТРОЇ ТА КАВІТАЦІЙНІ МЕТОДИКИ ГІДРОПРИВОДУ**

Національний авіаційний університет

*З'ясовано залежність порога кавітації рідин від температури і вмісту води. Отримано значення порога кавітації рідини АМГ-10 залежно від температури за різних значень вмісту води.*

**Стан проблеми.** Безпека польотів значною мірою залежить від забезпечення якості збереження паливо-мастильних матеріалів (ПММ) під час приймання, зберігання, підготовки та видачі для заправлення повітряних суден (ПС). Вимоги до чистоти авіаційного палива особливо високі і регламентуються державними стандартами: паливо вважається чистим, якщо вміст механічних домішок у ньому не перевищує за масою 0,0002 %, тобто 2 г на 1 т, а вміст води – 0,003 %, тобто 30 г на 1 т без води у відстійній зоні.

Для запобігання виникненню кристалів льоду в паливних баках ПС та захисту від обледеніння їх паливних фільтрів застосовують протикристалізаційні рідини етилцелозольв (рідина «І») і тетрагідрофурфуриловий спирт (ТГФ), або І-М і ТГФ-М. Зі зниженням температури в паливі вода виділяється у вигляді емульсії. Разом з водою з палива виділяється частина протикристалізаційної рідини, яка і запобігає утворенню кристалів льоду у паливі. Ефективність рідин значною мірою залежить від способу змішування. Відомі різні способи змішування та конструкції змішувальних апаратів [1], призначених для проведення різних процесів. У разі змішування можливі хімічні перетворення, Зумовлені зміною агрегатного стану речовини явища деструкції на молекулярному рівні, зміни фізико-хімічних властивостей змішуваних речовин.

Механічний спосіб змішування протикристалізаційної рідини в авіаційному паливі для запобігання замерзанню води полягає в диспергуванні крапель протикристалізаційної рідини за рахунок потрапляння її на лопатки ротора змішувального пристрою і турбулі-

зації потоку. В турбулентному потоці краплини протикристалізаційної рідини і води рухаються хаотично, забезпечуючи додаткове змішування і розчинення вільної води протикристалізаційною рідиною. Однак протикристалізаційна рідина не в змозі розчинити молекули води, що містяться в просторі між молекулами палива. Отже, не всю воду можна розчинити в паливі за допомогою механічного способу змішування рідин. Зі зниженням температури палива нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  вода в міжмолекулярному просторі палива замерзає і забиває фільтр, створюючи загрозу зупинки двигуна ПС у польоті.

Гомогенізація надтонкого змішування рідин полягає у застошуванні кавітації і є перспективним методом інтенсифікації технологічних процесів і створення ефективних технологій.

Відомо, що за місцевого зниження тиску в потоці рідини до критичного порогового тиску і відповідної температури виникає гідродинамічна кавітація, яка значною мірою залежить від геометричної форми каналу, параметрів течії та фізичного стану рідини [1].

**Мета роботи** – визначення води в нафтопродуктах із застошуванням явища кавітації.

**Експериментальна частина.** Спосіб змішування протикристалізаційної рідини в авіаційному паливі для запобігання замерзанню води полягає в тому, що краплі протикристалізаційної рідини диспергують і змішуються змішувальним пристроєм і турбулізацією потоку, який вирізняється тим, що змішувальні компоненти перетворюються гідродинамічною кавітацією в парогазову фазу, створюючи гомогенну суміш і повністю розчиняють воду протикристалізаційною рідиною. На цей спосіб отримано патенти [2; 3].

Витратні характеристики дросельних пристроїв від перепаду тиску показано на рис. 1. Із графіків видно, що зі збільшенням перепаду тиску витрати рідини збільшуються тільки до певної межі (нахил ліній 1, 2 і 3). У критичній точці характеристики перепаду тиску на відрізок від входу до стиснутого перетину потоку стабілізуються. Витрата рідини перестає залежати від перепаду тиску на насадку в цілому, що свідчить про виникнення кавітації.

Для визначення тиску порога кавітації в нафтопродуктах від температури і з різним вмістом в них води була спроектована і виготовлена експериментальна установка, загальний вигляд і прин-

ципову схему якої показано на рис. 2 і 3. Для створення кавітаційного потоку обрано насадок 9 конфузорно-дифузорного типу, який має найменші втрати тиску.

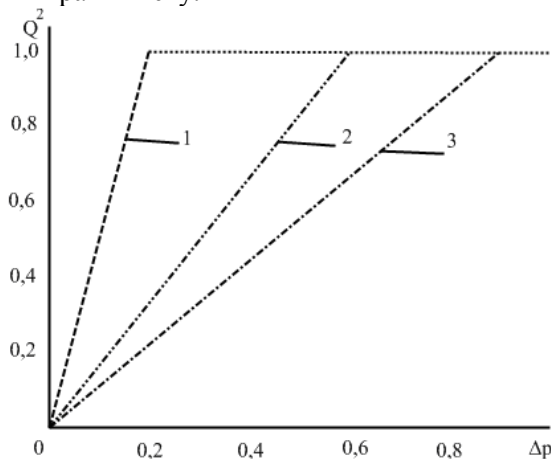


Рис. 1. Кавітаційні характеристики дросельних пристроїв: 1 – насадок конфузорно-дифузорного типу; 2 – циліндричний насадок; 3 – діафрагма:  
 - - - -  $P_{вх} = 12$  МПа; - · - · -  $P_{вх} = 10$  МПа; · · · · -  $P_{вх} = 8$  МПа;  
 · · · · -  $P_{вх} = 6$  МПа.

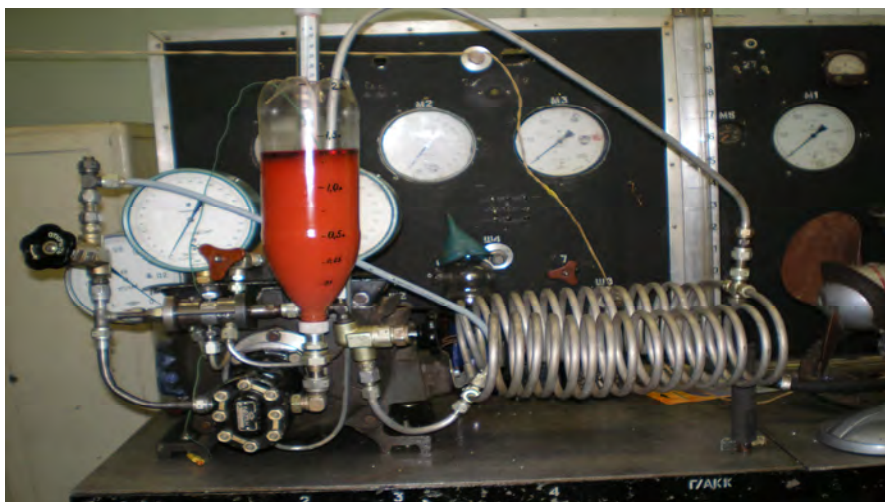


Рис. 2. Загальний вид експериментальної установки для визначення тиску порогу кавітації в нафтопродуктах

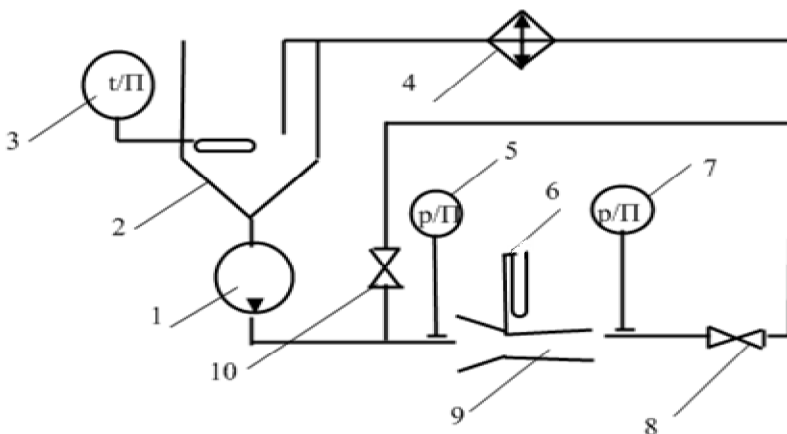


Рис. 3. Принципова схема експериментальної установки для визначення тиску порога кавітації в нафтопродуктах: 1 – насос об’ємного типу; 2 – бак; 3 – термометр; 4 – холодильник; 5, 7 – манометри; 6 – ртутний мановакууметр; 8, 10 – крани; 9 – насадок конфузорно-дифузорного типу

Джерелом тиску є насос 1 об’ємного типу. Тиск на вході і виході насадка 9 регулюється кранами 10 і 8, контролюється манометрами 5 і 7. Тиск у стисненому відрізку насадка 9 вимірюється ртутним мановакууметром 6. Рідина для дослідження заливається у бак 2, температура якої контролюється термометром 3, рідина охолоджується холодильником 4.

**Розрахункова частина.** Методика дослідження зводилась до визначення порога кавітації залежно від температури нафтопродукту і різного вмісту води. Для цього в бак зрахуванням мікстості системи установки заливалась фіксована кількість нафтопродукту.

Проводили проливання по визначенню порогу кавітації залежно від температури нафтопродукту. Потім у бак вливали фіксовану кількість води, що дало змогу визначити процентне значення води в нафтопродукті. За результатами проливання будували графіки залежності порога кавітації від температури за різними значеннями вмісту води в нафтопродукті.

Результати проливань рідини АМГ-10 з різним умістом води показано на рис.4.

Проводились проливи по визначенню порогу кавітації від температури нафтопродукту. Потім в бак вливалась фіксована кі-

лькість води, що дало змогу визначити процентне значення води в нафтопродукті. За результатами проливок будувались графіки залежності порога кавітації від температури за різних значень вмісту води в нафтопродукті.

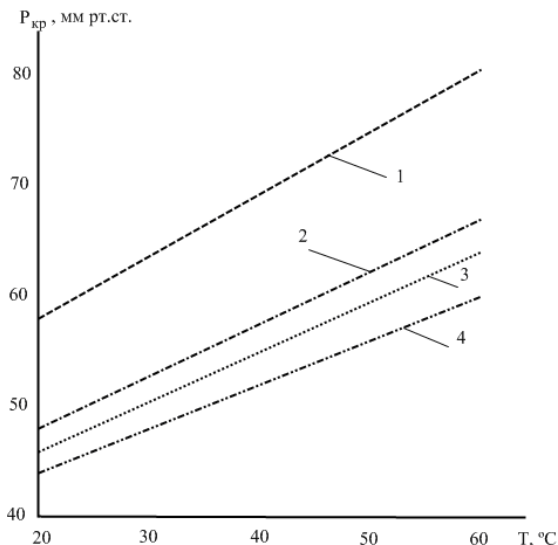


Рис. 4. Залежність порога кавітації від температури рідини АМГ-10  $W=2$ : 1 – вміст води 3%; 2 – вміст води 1,0%; 3 – вміст води 0,5%; 4 – води в нафтопродукті немає

Із графіка на рис.4 видно, що вміст води в рідині АМГ-10 значно підвищує поріг кавітації і водночас залежить від температури. Отже, щоб використати фактор порога кавітації для визначення вмісту води в рідині АМГ-10, потрібно за отриманими експериментальними даними побудувати графік залежності порога кавітації від вмісту води. Графік порога кавітації від процентного вмісту води в рідині АМГ-10 за різних значень температури показано на рис. 5. Знаючи значення порога кавітації і температуру рідини, можна за графіком визначити процентний вміст води в рідині. Так за порога кавітації 52 мм.рт.ст. і температури рідини 30 °C вміст води буде становити 0,76 %, за 26 °C – 1,2 %, а за 21 °C – 1,7 %.

Слід зазначити, що колір рідини АМГ-10 після кавітаційного змішування з водою змінився з яскраво-гранатового (у початково-му стані) на помаранчевий (апельсиново-оранжевий).

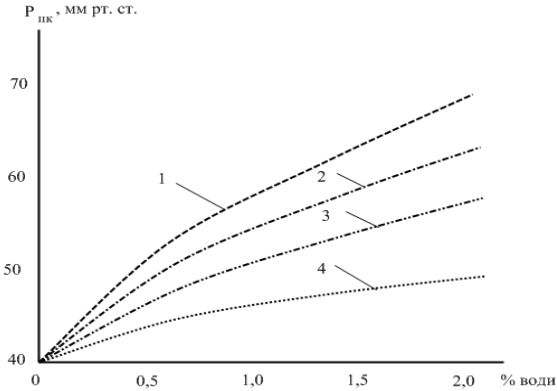


Рис. 5. Залежність порога кавітації від умісту води в рідині АМГ-10: 1 – крива за температури 50 °С; 2 – крива за температури 40 °С; 3 – крива за температури 30 °С; 4 – крива за температури 20 °С

Емульсія відстоювалась в умовах кімнатної температури. Через дві доби відстоювання помітно початок чіткого розшарування суміші.

Через 96 діб розшарування суміші закінчилось, однак води у вільному стані не стало, і на дні ємкості залишався тільки осад. Отже, можна вважати, що вода випарувалась, оскільки розшарування відбувалось повільно. Графік розшарування кавітаційної суміші рідини АМГ-10 і води від часу зображено на рис.6.

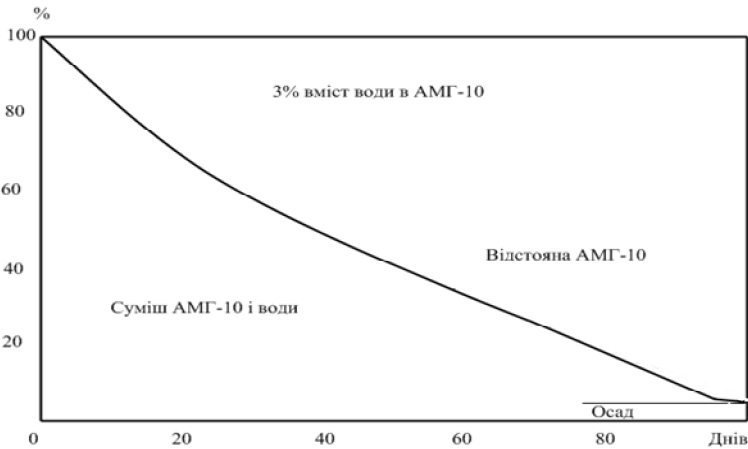


Рис. 6. Відсоткова залежність розшарування кавітаційної суміші від часу (днів)

## **Висновки:**

1. Поріг кавітації значно залежить від температури і вмісту води.
2. Отримано значення порога кавітації рідини АМГ-10 залежно від температури за різних значень вмісту води.
3. Кавітаційне змішування води в рідині АМГ-10 значно змінює колір.
4. Процес відстоювання суміші (вода – АМГ-10) триває 96 діб.

## **Список літератури**

1. *Глазков М.М.* Кавитация в жидкостных системах воздушных судов / М.М.Глазков, В.Г.Ланецкий, Н.Г.Макаренко, Н.П.Челюканов.. –К.: КИИГА, 1987, – 64 с.
2. *Пат.* на корисну модель №31646 “Спосіб змішування протикристалізаційної рідини в авіаційному паливі від замерзання води” від 10.04.2008р. Бюл. №7.
3. *Пат.* на корисну модель №37054 “Пристрій для утворення гомогенної суміші противодокристалізаційної присадки в авіаційному паливі” від 10.11.2008р. Бюл. №21.
4. *Федоткин И.М.* Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности / И.М.Федоткин, И.С. Гулый. – К.: Полиграфкнига, 1997. – 840 с.

УДК. 629.735.064.3-82(045)

*Глазков М.М., Ланецкий В.Г., Пузик А.С.* **Кавитационные приборы и кавитационные методики гидропривода** // Проблемы тертя та зношування: Наук.-техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2009. – Вип. 52. – С.74–80.

Определено, что порог кавитации зависит от температуры и количества воды. Получены значения порога кавитации жидкости АМГ-10 в зависимости от температуры при разных значениях количества воды.

Рис.: 6, список лит.: 4 найм.

## **Cavitation devices and technique of hydraulic wild**

It was found out that threshold of cavitation of fluids depended on temperature and water. Meanings of fluid AMG-10 cavitation threshold dependence with temperature affiliated to different meanings of water contents were received.

Стаття надійшла до редакції 28.10.09.