ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА РІДИН

УДК 621.43.015.2:611.2(075.8)

П.Ф. Максютинський, О.І. Козаченко, С.Л. Маніта

ПРИЧИНИ УТВОРЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНО-ПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Розглянуто причини утворення водно-паливних емульсій в баках повітряних кораблів та їхні характеристики – дисперсність та стійкість (тривалість випадання емульсійної води у відстій). Визначено розподіл емульсійної води в паливі за розмірами мікрокрапель при механічному диспергуванні. Показано, що водно-паливна емульсія, утворена ультразвуковим диспергуванням, за характером дисперсності наближена до емульсії конденсаційного походження.

В очікуваних умовах експлуатації паливної системи повітряних кораблів у паливних баках, наземних резервуарах та паливозаправниках може утворюватися водно-паливна емульсія. Причинами утворення емульсійної води у вуглеводних паливах є:

– механічне диспергування води електричними відцентровими паливними помпами;

– механічне диспергування відстійної води струменевими помпами системи довиробки палива;

– виділення в паливі дисперсної водної фази внаслідок пересичення палива розчиненою в паливі водою при його охолодженні, а також при зменшенні атмосферного тиску під час набору літаком висоти;

– конденсація пересиченої водяної пари на поверхні охолодженого палива, що спостерігається в надпаливному просторі, в баках літаків при їхній дозаправці в умовах плюсових наземних температур, а також в наземних паливних резервуарах, частково заповнених охолодженим паливом при різкому потеплінні.

Стійкість водно-паливної емульсії характеризується інтенсивністю її руйнування в процесі зберігання та застосування палива. Руйнування водно-паливних емульсій відбувається внаслідок:

– седиментації і випадання у відстій мікрокрапель емульсії води;

– розчинення мікрокрапель емульсійної водії в паливі внаслідок інтенсивного випаровування розчиненої води в надпаливний простір за умов, коли температурне поле в баках сприяє інтенсивному утворенню інею, тобто виморожуванню води з палива.

Стійкість водно-паливної емульсії або тривалість повного її руйнування залежить від ряду факторів, а саме:

– концентрації емульсійної води в паливі;

– дисперсності водно-паливної емульсії, тобто розподілу дисперсної водної фази за розмірами крапель;

– характеристик температурного поля паливного бака чи резервуара;

Інтегральна функція розподілу або відносний вміст емульсійної води з розмірами крапель, меншими за ті, що розглядаються, тобто крапель, які не осіли нижче рівня відбору проб, визначається інтегруванням

$$Q(d_k)/_0^{d_{ki}} = \sum \Delta Q(d_k).$$

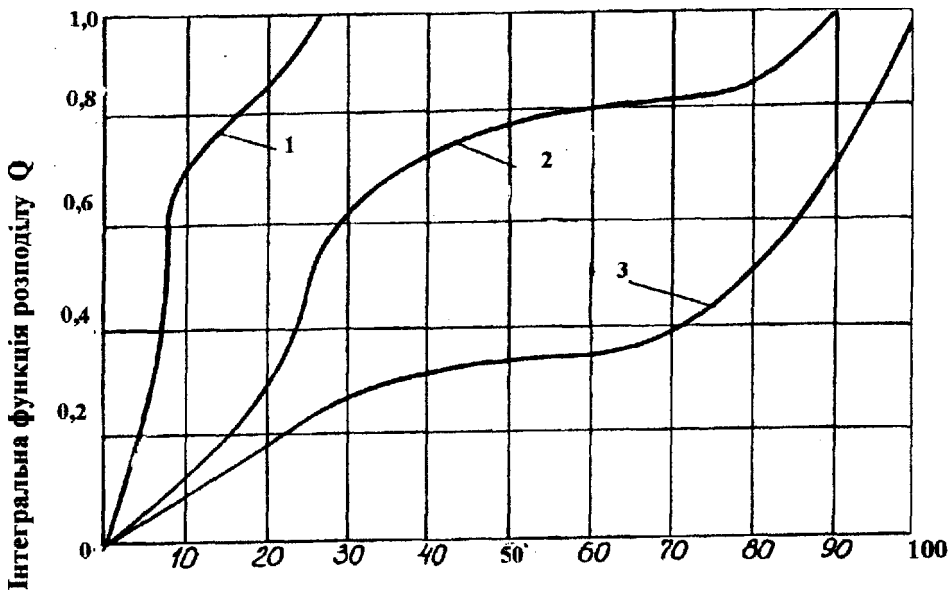
На рисунку наведені інтегральні функції розподілу емульсійної води за розмірами крапель для водно-паливних емульсій, утворених гідромеханічним диспергуванням, а саме:

– диспергування води в паливі крильчаткою помпи;
– диспергування відстійної води струменевою помпою;
– ультразвукове диспергування (УЗД) води в потоці палива.

Як видно з наведених даних, дисперсність емульсії залежить від способу емульгування. Це пояснюється фізичною суттю процесу механічного диспергування води у вуглеводневих паливах. Як вода, так і паливо мають певний поверхневий натяг, тобто питому вільну поверхневу енергію. Існування агрегатів води в паливі обумовлене перевищенням поверхневого натягу води над поверхневим натягом палива. Поверхневий натяг можна виразити співвідношенням

$$G = \Delta N / \Delta S,$$

де ΔN – приріст вільної поверхневої енергії; ΔS – збільшення площі поверхні розділу.



Розподіл емульсійної води в паливі за розмірами крапель при механічному диспергуванні:
1 – ультразвуковою помпою; *2* – центробіжною помпою; *3* – струменевою помпою

При ізотермічному зіткненні лопаток робочого колеса помпи з агрегатами води в паливі енергія удару переходить у вільну поверхневу енергію. При цьому відбувається збільшення поверхні розділу, тобто дробіння (диспергування) води.

Таким чином, чим більші оберти крильчатки помпи, тим більший приріст вільної поверхневої енергії, а значить, і більша площа розділу, що утворюється, тобто виникає більша кількість крапель з поданої на крильчатку води. Це призводить до зростання дисперсності емульсії, що утворюється.

При диспергуванні води на крильчатці помпи, як показує отримана інтегральна функція розподілу, наведена на рисунку, утворюється водно-паливна емульсія, в якій 60 % емульсійної води становлять краплі розміром менше 30 мкм, 20 % – краплі розміром 30...80 мкм і 20 % – краплі розміром більше 80 мкм.

Руйнування такої емульсії в баках літаків внаслідок випадання емульсійної води у відстій (за відсутності умов для виморожування води) характеризується даними, наведеними в табл. 2.

При диспергуванні відстійної води струменевою помпою системи довиробки палива утворюється грубіша емульсія, в якій 60 % емульсійної води становлять краплі розміром більше за 70 мкм, тривалість осідання яких на 1 м стовпа палива становить менше 50 хв; 30 % емульсійної води становить тонкодисперсна емульсія з розмірами крапель до 30 мкм. На дисперсну фракцію 30...70 мкм приходиться лише близько 10 % емульсійної води.

Таблиця 2

Тривалість осідання емульсійної води в паливних баках літаків

Відносна кількість емульсії, що осіла, %	Ан-124		Ан-140	
	кореневі баки	кінцеві баки	кореневі баки	кінцеві баки
	$H_{кесона}$ = =1,4...1,2, м	$H_{кесона}$ = =0,6...0,45, м	$H_{кесона}$ = =0,4...0,3, м	$H_{кесона}$ = =0,25...0,17, м
20	52...44 хв	22...17 хв	15...11 хв	9...6 хв
40	6,2...5,3 хв	2,6...2, 0 год	1,75...1,3 год	1,1...0,75 год
60	9...78 год	3,9...2,9 год	2,6...1,9 год	1,6...1,1 год
80	25...21,4 год	10,7...8,0 год	7,0...5,3 год	4,4...3, 0 год

При УЗД води в паливі, яке застосовується при підготовці водно-паливної емульсії для випробувань паливної системи літаків, утворюється високодисперсна емульсія з розмірами крапель не більше 25...30 мкм. Така емульсія є надзвичайно стійкою і за відсутності умов для виморожування води з палива може зберігатися в баках більше доби.

Водно-паливна емульсія, утворена ультразвуковим диспергуванням за характеристиками дисперсності, наближена до емульсій конденсаційного походження.

Стаття надійшла до редакції 11 листопада 1999 року.