

УДК 681.2.08:532.5

В.В. ДРЕВЕЦЬКИЙ*Національний університет водного господарства і природокористування, Україна***СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПІДГОТОВКИ ПАЛИВА ДО ЗГОРЯННЯ В ДВИГУНАХ**

Розглянуто принципи побудови системи автоматичного управління процесом підготовки мазуту до згоряння в двигунах на основі дросельного мостового перетворювача кінематичної в'язкості

згоряння мазуту, оптимальне розпилювання, кінематична в'язкість, дросель, перетворювач, мостова схема, система автоматичного управління

Вступ

Процес підготовки палива до згоряння має важливе значення при використанні в двигунах транспортних засобів, в тому числі на судах, важких нафтопродуктів, таких як мазут. Інтенсивність і повнота згоряння палива залежить від розміру крапель, які утворюються в камері згоряння двигуна, так як збільшення втрат від неповного спалювання пояснюється різницею в часі згоряння частинки палива і часом її перебування в об'ємі камери згоряння.

Найменший вплив на процес розпилювання і на величину крапель має густина палива. Вона визначає інерційні сили, від яких залежить далекобійність факела. Густина мазутів різних марок коливається в невеликому інтервалі і незначно змінюється із зміною температури, а тому впливом густини на процес розпилювання можна знехтувати.

Коефіцієнт поверхневого натягу більш суттєво впливає на розпилювання, так як від сил поверхневого натягу залежить профіль поверхні струменя, опір дії аерогідродинамічних сил і турбулентних. Різниця величини поверхневого натягу у мазутів різних марок не перевищує 7–8% і при зростанні температури змінюється незначно. Крім того, результати експериментальних досліджень вказують на значно менший вплив поверхневого натягу на

розміри крапель, як це витікає з теоретичних залежностей [1].

Найбільш суттєво різні марки мазуту відрізняються по кінематичній в'язкості. Сили в'язкого тертя не тільки впливають на процес подрібнення крапель, але і є визначальними при формуванні профілю швидкостей і втрат енергії струменя. На виході з форсунки, при розділенні струменя на краплі, відділення палива від його поверхні відбувається у вигляді кілець чи ниток. На границі двох фаз відбувається різке гальмування потоку і тому граничний шар буде мати розподілення швидкостей дещо відмінне від основного потоку, причому зміна градієнта швидкостей і передача енергії від одного шару до іншого залежить від в'язкості палива. Чим більша в'язкість, тим менші хвилі і збурення на поверхні струменя і відповідно, тим гірші умови обміну енергією між струменем і оточуючим потоком повітря. Таким чином, можна стверджувати, що значення кінематичної в'язкості палива, при постійному тиску перед форсункою, визначає ступінь розпилювання палива і ефективність його згорання. Вплив кінематичної в'язкості особливо значний при роботі форсунок з тиском подачі палива нижче 25 кг/см². При цьому слід враховувати, що для певного виду форсунок існує одне оптимальне значення кінематичної в'язкості, яке забезпечує якісне розпилювання стру-

меня мазуту і повне його спалювання [2, 3].

Формулювання проблеми. В сучасних системах підготовки важких палив до спалювання зниження в'язкості досягається шляхом підігріву палива. Контроль якості підготовки здійснюється по температурі. Однак, як показує практика, стабілізуючи температуру мазуту перед форсункою, що забезпечується відомими системами автоматичного управління, неможливо встановити таке значення в'язкості, при якому існує оптимальне розпилювання, оскільки мазуту навіть однієї марки суттєво відрізняються один від одного в'язкісно-температурними залежностями. Це пояснюється тим, що на нафтопереробних заводах, для досягнення необхідного складу мазуту, його отримують шляхом змішування важких нафтових залишків з низьков'язкими компонентами в різних співвідношеннях.

Застосування в системах автоматичного управління процесом підготовки палива до згоряння капілярних віскозиметрів динамічної в'язкості типу VPM, не дозволяє оптимізувати процес ефективного розпилювання мазуту, що знижує техніко-економічні показники двигунів.

Дана проблема може бути розв'язана на основі розробки віскозиметра кінематичної в'язкості мазуту.

Розв'язання проблеми

На основі гідродинамічного методу вимірювання фізико-механічних параметрів рідин, для контролю кінематичної в'язкості мазуту розроблено дросельний мостовий перетворювач.

В залежності від режиму протікання палива через дросельні елементи, їх умовно розділяють на ламінарні (довгі капіляри) і турбулентні (діафрагми). З витратних характеристик цих дроселів витікає, що втрати тиску на ламінарному дроселі залежать від геометричних розмірів, динамічної

в'язкості і об'ємної витрати, а на турбулентному від геометричних розмірів, квадрату об'ємної втрати і густини рідини. Для підвищення чутливості і зменшення впливу неінформативних параметрів, дроселі з'єднують в мостову схему з перехресним розташуванням однотипних дроселів. Враховуючи різний характер залежності втрат тиску від об'ємної витрати для ламінарних і турбулентних дроселів, встановлено, що при певній заданій витраті палива через дросельний мостовий перетворювач, і при незмінних конструктивних розмірах дроселів, гідравлічний міст буде зрівноважений при певному значенні кінематичної в'язкості [4]:

$$v = Q \left\{ \frac{d_l^4 - 2\alpha^2 m d_T^4}{32\pi d_T^4 \alpha^2 l_l} \right\}, \quad (1)$$

де d_l, l_l – внутрішній діаметр і довжина ламінарного дроселя; d_T, α – внутрішній діаметр і коефіцієнт витрати турбулентного дроселя; m – поправка Гагенбаха.

На основі виразу (1) здійснюється розрахунок геометричних параметрів капілярів і діафрагм, які для вибраного значення об'ємної витрати через дросельний мостовий перетворювач, забезпечать його зрівноваження при заданому оптимальному значенню кінематичної в'язкості палива (рис. 1).

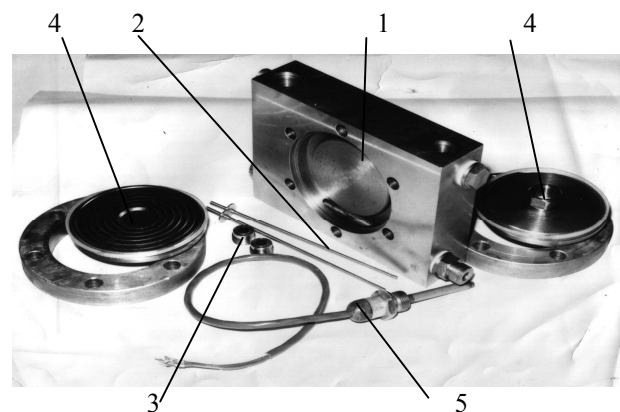


Рис. 1. Конструкція дросельного мостового перетворювача:
1 – корпус;
2 – ламінарні дроселі;
3 – турбулентні дроселі;

- 4 – мембранні розділювачі;
5 – термометр опору

Система автоматичного управління процесом підготовки палива до згоряння (рис. 2) складається з дросельного мостового перетворювача, в вимірювальну діагональ якого включено дифманометр 5, вихід з якого підключено до програмованого контролера 6, який керує регулюючим органом 7. На вході дросельного мостового перетворювача встановлено шестерінчастий насос-дозатор 8, який приводиться в дію синхронним двигуном 9. Нестандартним елементом в даній автоматичній системі є тільки дросельний мостовий перетворювач. В якості інших складових використовується загальнопромислове обладнання: насос НШ-1,6 з мотор-редуктором ЗМП, дифманометр «Сапфір-ДД» і програмований контролер типу МИК-51.

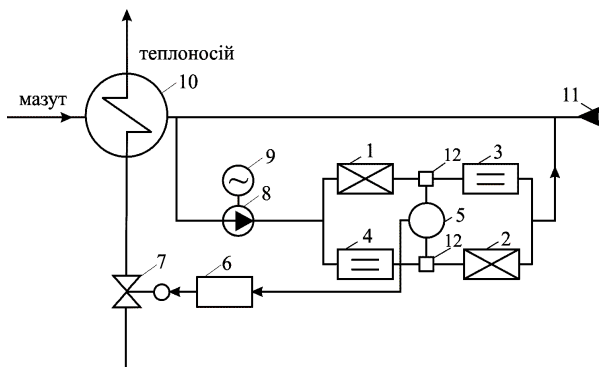


Рис. 2. Структурна схема системи автоматичного управління:

- 1, 2 – турбулентні дроселі;
3, 4 – ламінарні дроселі;
5 – дифманометр;
6 – програмований контролер;
7 – регулюючий орган;
8 – шестерінчастий насос;
9 – синхронний двигун;
10 – теплообмінник;
11 – форсунка;
12 – мембранні розділювачі

Частина мазуту відбирається з паливопроводу після теплообмінника 10 і з постійною об'ємною витратою прокачується насосом через дросельний мостовий перетворювач. Якщо при тій температурі, яку

має мазут на виході з теплообмінника, значення кінематичної в'язкості відрізняється від оптимального для даного двигуна, то виникає розбаланс мостової гідравлічної схеми і на виході дифманометра 5 з'являється сигнал певної величини і фази. Він поступає на вхід програмованого контролера 6, який змінює положення регулюючого органу 7 на лінії подачі теплоагента в теплообмінник таким чином, щоб в'язкість мазуту відповідала заданому значенню. При цьому в форсунці 11 двигуна здійснюється оптимальне розпилювання мазуту, що забезпечує повноту згоряння палива і зменшення рівня шкідливих викидів продуктів згоряння в атмосферу.

Для дослідження режимів роботи двигуна на мазуті з різною в'язкістю, на базі дросельного мостового перетворювача розроблена інформаційно-вимірювальна система (IBC). В IBC кінематичної в'язкості зі слідкуючим зрівноваженням, шестерінчастий насос з редуктором приводиться в дію синхронним двигуном, швидкість якого змінюється за допомогою перетворювача частоти. Шестерінчастий насос з жорсткою напірною характеристикою є регулюючим органом і одночасно первинним перетворювачем витрати так, як за швидкістю обертання його валу можна визначити об'ємну витрату мазуту через дросельний перетворювач. При відхиленні значення кінематичної в'язкості від значення, яке відповідає рівновазі мостової гідравлічної схеми, виникає сигнал небалансу у вигляді перепаду тиску певного знаку. Дифманометр подає сигнал на мікропроцесор, який змінює частоту напруги живлення синхронного двигуна і його швидкість обертання в напрямку зрівноваження гідравлічного моста. В момент рівноваги мостової схеми вимірюється значення частоти напруги живлення двигуна, по якій судять про кінематичну в'язкість мазуту. Одночасно здійснюється вимірювання температури мазуту, що дає можливість встановлення його в'язкісно-температурної залежності. Для стендових випробову-

вувань суднових двигунів на основі дросельного мостового перетворювача, розроблена інформаційно-вимірювальна система (ІВС) кінематичної в'язкості мазуту з одночасним контролем його температури (рис. 3, табл.), яка впроваджена на заводі «Ленінська кузня», Київ.

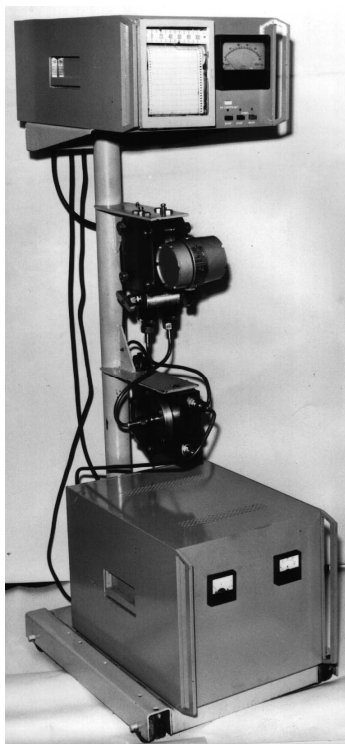


Рис. 3. Конструкція ІВС кінематичної в'язкості нафтопродуктів

Таблиця

Основні технічні дані ІВС

Параметр	Значення
Робоча температура мазуту при визначенні кінематичної в'язкості, °C	від 20 до 100
Тиск мазуту на вході, МПа	від 0,2 до 0,6
Напруга живлення, В	220 ± 22
Частота струму, Гц	50 ± 1
Потужність, яка споживається, кВт	не більше 2
Діапазон вимірювання кінематичної в'язкості, мм ² /с	0,5 – 100
Максимальне значення відносної похибки визначення кінематичної в'язкості, %	2,5
Об'ємна витрата мазуту, м ³ /год	не більше 0,2

Висновки

Проведені теоретичні і експериментальні дослідження дозволили розробити первинний перетворювач кінематичної в'язкості мазуту на основі дросельного методу визначення фізико-механічних параметрів рідин. Застосування дросельного мостового перетворювача в автоматичних системах підготовки мазуту до спалювання, дозволяє оптимізувати процес розпилювання його в форсунках і досягти високих техніко-економічних показників роботи, як двигунів, так і інших теплоенергетичних установок.

Література

1. Кулагин Л.В., Охотников С.С. Сжигание тяжелых жидких топлив. – М.: Недра, 1967. – 264 с.
2. Геллер З.И. Мазут как топливо. – М.: Недра, 1965. – 312 с.
3. Древецкий В.В., Горейко А.С., Яцук А.П. Использование информации о вязкости жидких топлив для повышения технико-экономических показателей теплотехнических установок // Проблемы энергетики и теплотехнологии. – М: МЭИ, 1983. – С. 78-84.
4. Древецкий В.В. Інформаційно-вимірювальна система кінематичної в'язкості нафтопродуктів // Методи та прилади контролю в'язкості. – 2005. – № 15. – С. 116-119.

Надійшла до редакції 1.06.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. З.Р. Маланчук, Національний університет водного господарства і природокористування, Рівне.

