

УДК 544.3.03 : 662.75+662.754

ДОСЛІДЖЕННЯ ГУСТИНИ ТА В'ЯЗКОСТІ ГЛІЦЕРИНОВОГО ОСАДУ ПРИ ЗМІНІ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА

Дмитрієва Т.В., к. хім. н.

Інститут хімії високомолекулярних сполук (ІХВС),

Бурдейний Д.М., наук. співр.,

Грешнова Н.М., пров. інж.

ННЦ "ІМЕСГ"

Тел. (0619) 42-04-42

Анотація – викладено результати експериментальних досліджень щодо визначення залежності основних фізичних властивостей гліцеринового осаду від температури та їх аналіз з відповідними показниками таких важких рідких палив, як мазут та пічне побутове паливо.

Ключові слова – густина, в'язкість, гліцериновий осад, температурний фактор.

Проблема. Паливно-енергетичний комплекс є основою економіки всіх країн світу. Від вибору напрямку його розвитку в значній мірі залежить і екологічний стан навколишнього природного середовища.

Різке зростання цін на викопні енергоносії та підвищення вимог до їх екологічних параметрів спонукає до пошуку енергетичних резервів, наявних у сільськогосподарському виробництві. В останній час у сільському господарському виробництві поряд з проблемами з вирощування якісного високопродуктивного врожаю постають проблеми щодо забезпечення власних енергетичних потреб за рахунок виробництва та впровадження біологічних видів палив.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В топкових процесах промислового характеру в якості палива використовують природні та штучні органічні речовини [1].

Основна маса рідкого палива, яке використовується в енергетиці, отримується з нафти методами її термохімічного розкладу. Рідким паливом для котельних агрегатів є мазут – залишковий продукт переробки нафти та пічне побутове паливо. Рідке органічне паливо представляє собою складні хімічні сполуки

горючих і негорючих речовин, структура яких до теперішнього часу вивчена недостатньо [2].

Фізичні властивості рідких палив характеризуються їх відносною густиною $\rho_{t_2}^{t_1}$; в'язкістю: умовною ВУ (в °УВ), динамічною η (в Па·с) та кінематичною ν (в мм²/с); температурою спалаху $t_{сп}$ (в °С) та температурою застигання $t_{заст}$ (в °С) [3].

Мета досліджень. Визначити вплив зміни температури на густину та в'язкість гліцеринового осаду і порівняти їх з аналогічними показниками важких рідких палив.

Результати досліджень. Розглянемо основні фізико-хімічні властивості котельних палив.

В'язкість – основний показник, який входить в позначення марок палив. В'язкість впливає на:

- ступінь розпилення палива (тобто повноту його згоряння);
- умови зливу і наливання при транспортуванні палива;
- схеми паливних систем у споживача (обігрів, перекачування, гідравлічні опори при транспортуванні палива по трубопроводах, ефективність роботи форсунок).

Густина в даному випадку не є показником групового складу палива, а визначає можливість розшарування з водою.

Від в'язкості значною мірою залежать швидкість осідання механічних домішок при зберіганні, а також здатність палива відстоюватися від води. У США для визначення в'язкості використовують віскозиметр Сейболта універсальний (для малов'язкого мазуту) і Сейболта-Фурола (для високов'язкого мазуту), а в Англії – віскозиметр Редвуда. Між визначеними в різних одиницях значеннями в'язкості існує залежність. У ряді специфікацій вказують в'язкість, знайдену експериментально і перераховану в кінематичну. На практиці часто використовують в'язкісно-температурні криві. З підвищенням температури відмінність у в'язкості палив істотно зменшується. На рис.1 наведено номограму залежності в'язкості деяких марок мазуту від температури по ГОСТ 10585-75, а також зображено приблизні значення в'язкості, які необхідно забезпечувати для оптимальної роботи мазутного господарства та пальникового обладнання [4].

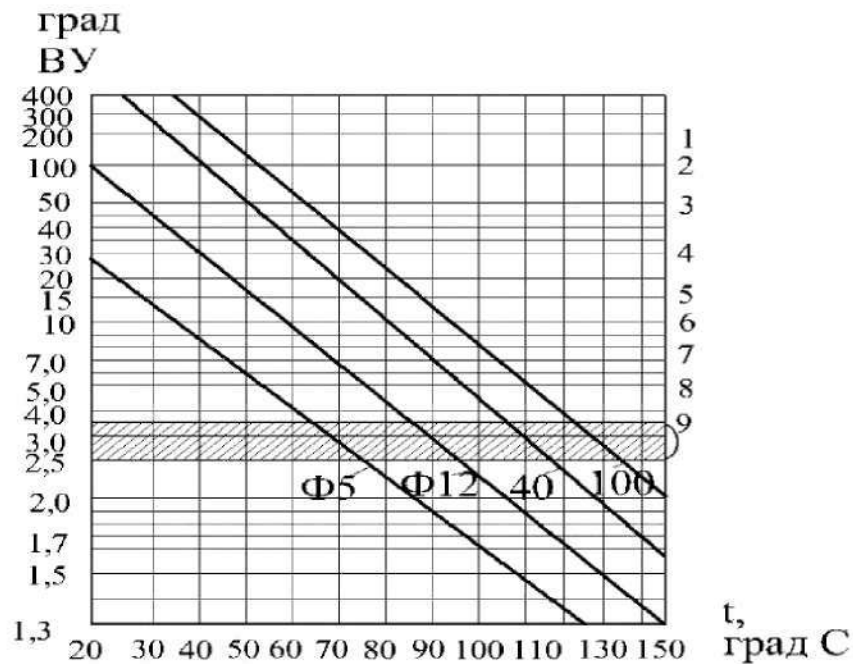


Рис. 1. Залежність в'язкості різних марок мазуту (Ф-5, Ф-12, М-40, М-100) від температури та зони (1 – 9) рекомендованих значень в'язкості: 1 - максимально допустима в'язкість при зливі мазуту М-40 і транспортування мазуту гвинтовими насосами; 2 - теж при транспортуванні мазуту поршневими та скальчатими насосами; 3 - в'язкість при зливі мазуту М-100; 4 - максимальна в'язкість для центробіжних насосів; 5 - максимальна в'язкість перед ротаційними і паровими форсунками та в головній циркуляційній системі; 6 - теж перед пневматичними форсунками високого та низького тиску; 7 - максимальна в'язкість перед механічними форсунками, рекомендована в'язкість перед паровими форсунками; 8 - рекомендована в'язкість перед пневматичними форсунками високого й низького тиску, а також перед центробіжними форсунками; 9 - зона рекомендованих в'язкостей перед центробіжно-механічними форсунками

В'язкість не є адитивною властивістю і при змішуванні різних котельних палив її слід визначати експериментально. Норми в'язкості при 50 °С для флотського мазуту Ф-5 і Ф-12 складають 5 і 12°ВУ (36 і 89 мм²/с), а при 80 °С для пічного мазуту М-40 і М-100 – 8 і 16 °ВУ (59 і 118 мм²/с). Експортні палива більш малов'язкі і для них допускається в'язкість ВУ 80 не більше 2-5 °ВУ.

Котельні і важкі моторні палива є структурованими системами, тому при зливно-наливних операціях для їх характеристики крім ньютонівської в'язкості необхідно враховувати реологічні властивості (напругу зрушення і динамічну в'язкість). Для всіх залишкових палив характерна аномалія в'язкості: після термічної обробки або механічної

дії повторно визначувана в'язкість при тій же температурі виявляється нижче початкової.

Властивість рідини чинити опір деформації зсуву або ковзання шарів називається в'язкістю. В'язкість визначається силами взаємодії молекул рідини і характеризується коефіцієнтом внутрішнього тертя, який називається динамічним коефіцієнтом в'язкості [5].

Динамічну в'язкість гліцеринового осаду, одержаного при виробництві біодизельного палива, досліджували методом ротаційної віскозиметрії на РЕОТЕСТ-2 з використанням системи циліндрів S_1/S у широкому діапазоні швидкостей зсуву $D\dot{\gamma}$ від 3 до 1312 сек^{-1} .

З отриманих результатів (рис. 2) видно, що в'язкість гліцеринового осаду не залежить від швидкості зсуву, тобто характер течії його відповідає властивостям ньютонівських рідин. З підвищенням температури при одній швидкості зсуву в'язкість гліцеринового осаду знижується, результати динамічної в'язкості та емпірична залежність для її розрахунку наведено на рис. 3.

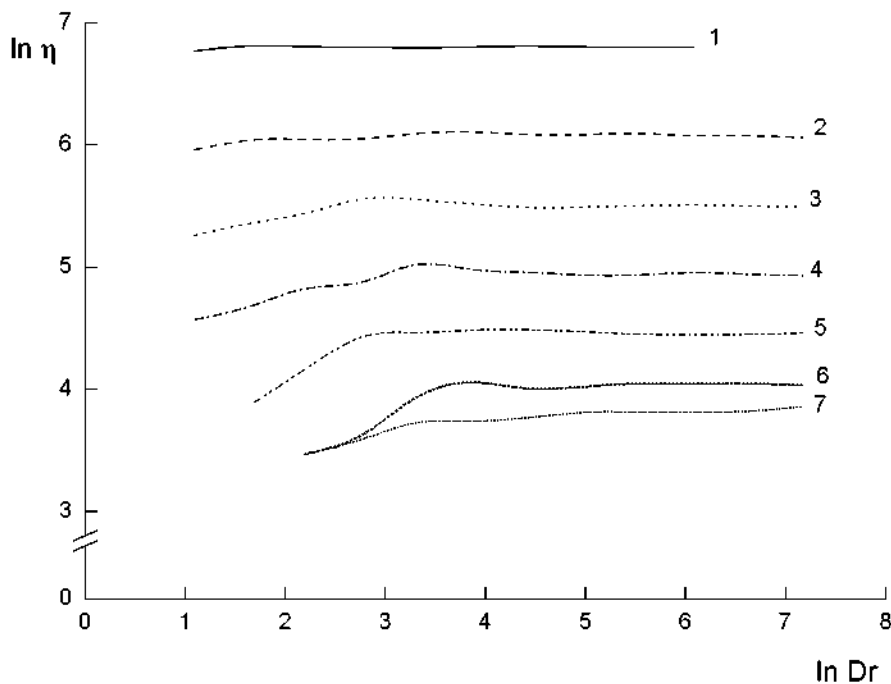


Рис.2. Залежність динамічної в'язкості гліцеринового осаду від швидкості зсуву при різних температурах:
Температура, °C: 1 – 20; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 50; 5 – 60; 6 – 70; 7 – 80

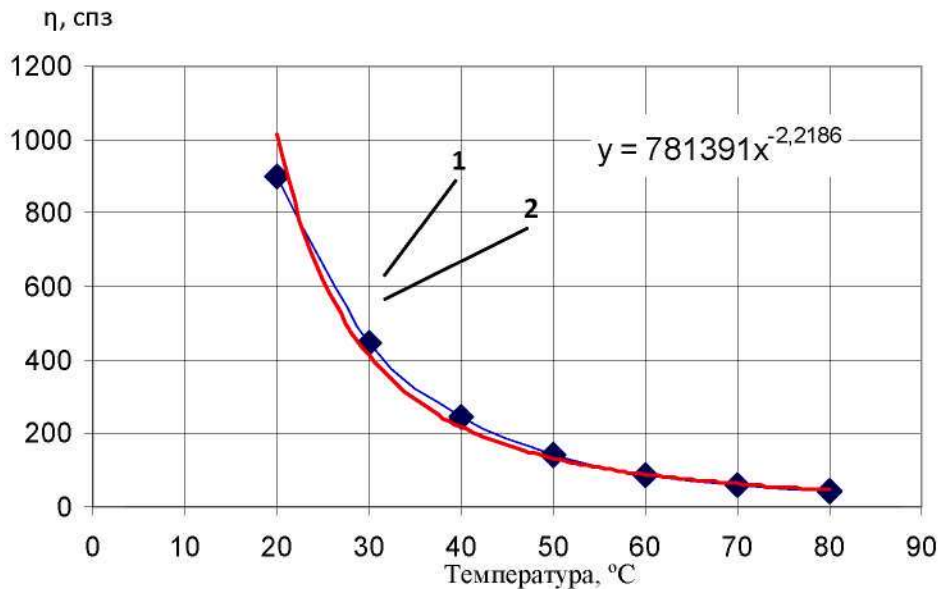


Рис. 3. Залежність динамічної в'язкості (η , спз) гліцеринового осаду від температури при швидкості зсуву $Dr = 145,8 \text{ сек}^{-1}$:
1- експериментальна крива; 2- емпірична крива

Ньютонівські рідини (в'язкі рідини) – це рідини, які підпорядковуються при своїй течії закону в'язкого тертя Ньютона. Для прямолінійної ламінарної течії цей закон встановлює наявність лінійної залежності (прямої пропорційності) між дотичною напругою τ в площинах зіткнення шарів рідини та похідної від швидкості течії v по напрямку нормалі n до цих площин, тобто:

$$\tau = \frac{\eta \cdot dv}{dn}, \quad (1)$$

де η – динамічний коефіцієнт в'язкості, спз.

Властивостями ньютонівських рідин володіють більшість рідин (вода, мастила та ін.) та усі гази. В умовах сталої ламінарної течії при постійній температурі ($T = \text{const}$) в'язкість газів та ньютонівських рідин постійна величина, яка незалежна від градієнта швидкості [6].

Кінематична в'язкість – це відношення динамічної в'язкості η рідини до густини ρ при тій же температурі:

$$\nu = \eta / \rho, \quad (2)$$

Кінематична в'язкість слугує мірою опору рідиною руху під впливом гравітаційних сил [7].

Для проведення розрахунків кінематичної в'язкості були виконані дослідження по визначенню густини гліцеринового осаду в діапазоні температур від 8 до 80 °C. Результати проведених досліджень по визначенню густини та отримана емпірична залежність для її розрахунку наведено на рис. 4.

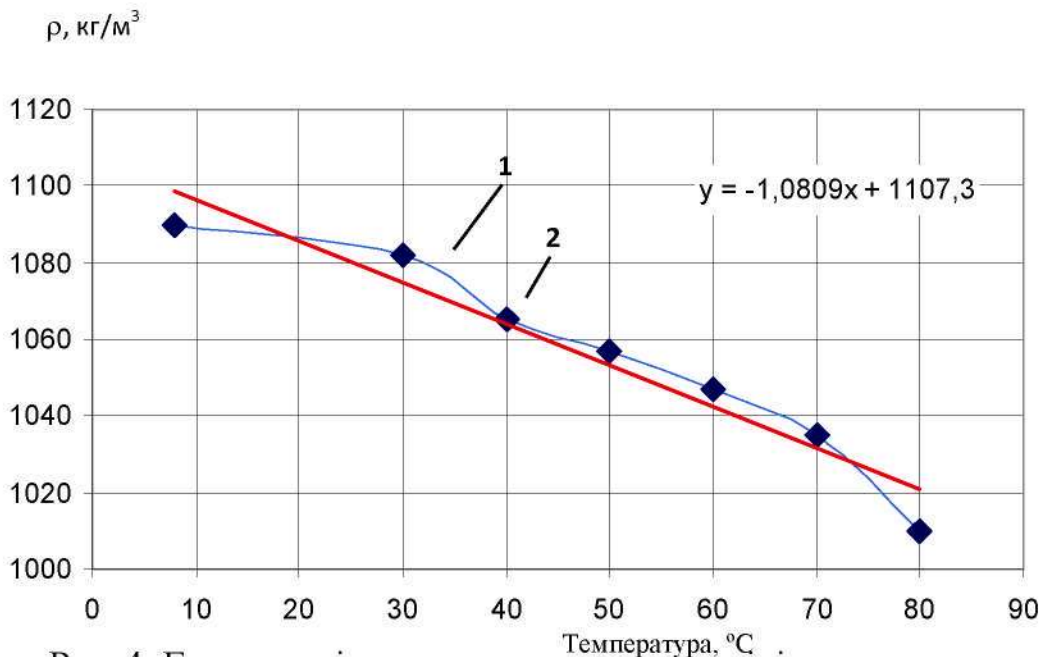


Рис. 4. Густина гліцеринового осаду при зміні температури:
1- експериментальна крива; 2- емпірична крива

На основі отриманих експериментальних даних залежності густини та динамічної в'язкості гліцеринового осаду від температури було проведено розрахунок його кінематичної в'язкості, користуючись залежністю (2).

Для підтвердження проведених розрахунків згідно ДСТУ 33-2003 були виконані експериментальні лабораторні дослідження по визначенню залежності кінематичної в'язкості гліцеринового осаду від температури в інтервалі від 20 до 90°C .

Порівняльний аналіз розрахункової та експериментальної кінематичної в'язкості наведено на рис. 5.

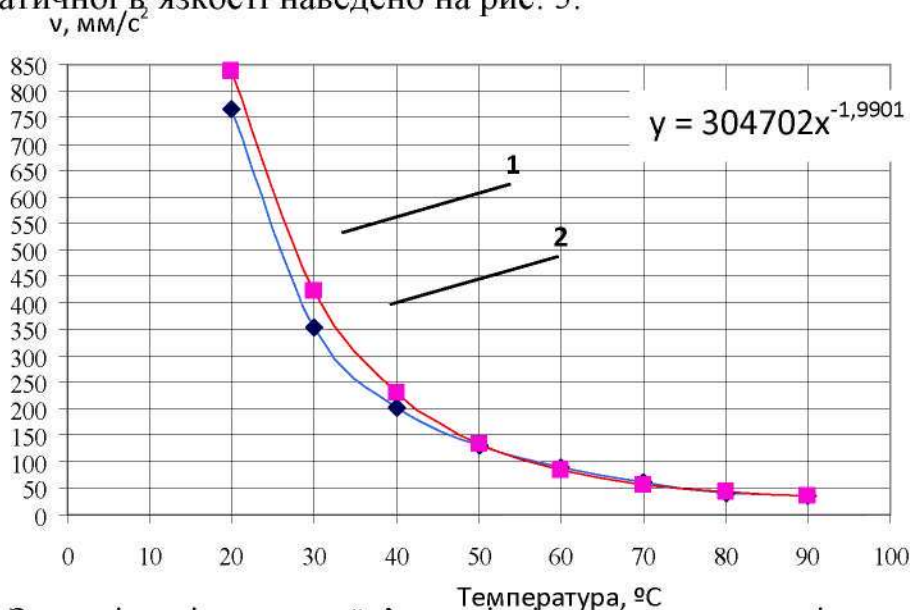


Рис. 5. Залежність кінематичної в'язкості гліцеринового осаду від температури:
1- експериментальна крива; 2- розрахункова крива

Користуючись отриманими експериментальними даними зміни густини і кінематичної в'язкості гліцеринового осаду від температури та ГОСТом 10585-99 на важкі рідкі палива, провели порівняльний аналіз відповідних параметрів; результати наведено в таблиці.

Порівняльний аналіз густини і кінематичної в'язкості гліцеринового осаду та важких рідких палив

Показники	Вид палива				
	Ф-5	Ф-12	М-40	М-100	Гліцериновий осад
Густина при 20°C, кг/м ³	955	960	970*	990*	1075,45
Кінематична в'язкість, мм ² /с:					
при 50 °С	36,20	89,00	-	-	133,29
при 80 °С	-	-	59,00	118,00	44,38

* Для мазуту з малим вмістом сірки

Аналізуючи дані таблиці, можна стверджувати, що за основними фізичними властивостями гліцериновий осад підходить до розряду таких важких рідких палив як мазут марок М-40 та М-100. Хоча й густина є дещо більшою, але основною визначальною характеристикою палива є якраз в'язкість. Тому порівнюючи кінематичну в'язкість важких марок мазуту з кінематичною в'язкістю гліцеринового осаду, можна стверджувати, що вона знаходиться в межах вказаних в ГОСТ 10585-99.

Висновки. Динамічна в'язкість гліцеринового осаду не залежить від швидкості зсуву, тобто характер його течії відповідає властивостям ньютонівських рідин. З підвищенням температури при одній швидкості зсуву динамічна в'язкість гліцеринового осаду знижується.

За своїми основними фізичними властивостями гліцериновий осад підходить під розряд важкого виду палива. Водночас такий визначальний фактор для палива як кінематична в'язкість є нижчою від нормованою ГОСТом на важкі рідкі палива і при 80 °С дорівнює 44,38 мм²/с.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку технологічного процесу та технологічних засобів для ефективного використання гліцеринового осаду в якості палива для теплоенергетичних установок.

Література

1. Топливо. Материальный баланс процесса горения: учеб. пособие / Н.М. Кузнецов, Е.А. Блинов, А.Н. Кузнецов. – Л.: СЗПИ, 1989. – 86 с.
2. Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных: учеб. пособие для нач. проф. образования / Б.А. Соколов. – М.:

Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с. – (Ускоренная форма подготовки).

3. Теплогенерирующие установки: Учеб. для вузов / Г.Н. Деягин, В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков. – М.: Стройиздат, 1986. – 559 с., ил.

4. Топливо и теория горения. Раздел – подготовка и сжигание топлива: Учеб.-метод. комплекс (учеб. пособие) / Е.А. Блинов. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 119 с.

5. Ковалевский В.Ф. Справочник по гидроприводам горных машин / В.Ф. Ковалевский, Н.Т. Железняков, Ю.Е. Бейлин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Недра», 1973. – 504 с.

6. Физический энциклопедический словарь / [Гл. ред. А.М. Прохоров, ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др.]. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 928 с.

7. Кузнецов А.В. Практикум по топливу и смазочным материалам / А.В. Кузнецов, М.А. Кульчев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

8. ДСТУ 33-2003 Нафтопродукти. Метод визначення кінематичної та розрахунок динамічної в'язкості

9. ГОСТ 10585-99. Топливо нефтяное. Мазут

10. ГОСТ 10585-99. Топливо нефтяное. Печное бытовое (ТУ 38.101656-87)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ И ВЯЗКОСТИ ГЛИЦЕРИНОВОГО ОСАДКА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА

Дмитрієва Т.В., Бурдейний Д.М., Грешнова Н.М.

Аннотация – изложены результаты экспериментальных исследований по определению зависимости основных физических свойств глицеринового осадка от температуры и их анализ с соответствующими показателями таких тяжелых жидких топлив, как мазут и печное бытовое топливо.

RESEARCH OF CLOSENESS AND VISCIDITY OF GLYCERIN SEDIMENT AT THE CHANGE OF TEMPERATURE FACTOR

T. Dmitrieva, D. Burdeiny, N. Greshnova

Summary

The results of experimental researches on determination of dependence of basic physical properties of glycerin sediment from a temperature and their analysis are expounded with the proper indexes of such heavy oil-fuels, as fuel oil and stove domestic fuel.