

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЇ ВОДИ
ім. А.В. ДУМАНСЬКОГО**

Садовський Дмитро Юрійович



УДК 544.778.3: 662.757

**ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ
ПРИРОДНОГО ВУГІЛЛЯ ТА РІДКИХ ОРГАНІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ**

02.00.11 – колоїдна хімія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата хімічних наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у відділі фізико-хімічної механіки дисперсних систем Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського Національної академії наук України

Науковий керівник: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Макаров Анатолій Семенович,
Інститут колоїдної хімії та хімії води
ім. А.В. Думанського НАН України,
завідувач відділу фізико-хімічної механіки дисперсних систем

Офіційні опоненти: доктор хімічних наук, професор
Рульов Микола Миколайович
Інститут біологічної хімії ім.Ф.Д. Овчаренка НАН
України, завідувач відділу фізико-хімічної динаміки
ультрадисперсних систем

кандидат хімічних наук,
Супрунчук Володимир Ілліч
доцент кафедри технології неорганічних речовин та
загальної хімічної технології Національного технічного
університету України «Київський політехнічний інститут»
імені Ігоря Сікорського

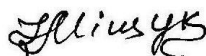
Захист відбудеться «27» вересня 2018 р. о 16⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.183.01 в Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України за адресою: 03142, м. Київ-142, бульв. Академіка Вернадського, 42.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України за адресою: 03142, м. Київ-142, бульв. Академіка Вернадського, 42.

Автореферат розісланий «_____» серпня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,

доктор хімічних наук



Н.О. Міщук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дослідження колоїдно–хімічних процесів, які відбуваються в дисперсних системах на основі вугілля та рідких органічних середовищ, в наукових роботах майже не висвітлено. Тому немає можливості зробити висновки про напрямки отримання агрегативно стійких висококонцентрованих суспензій. Актуальність роботи полягає у вивченні колоїдно–хімічних особливостей процесів структуроутворення висококонцентрованих органовугільних суспензій за присутності поверхнево–активних речовин, та досягненні максимальної концентрації твердої фази і стійкості отриманих систем, а також визначенні впливу фізико–хімічних факторів.

Також, у зв'язку з високими обсягами видобутку і використання вугілля є актуальним питання більш ефективного застосування цього виду палива, та зниження шкідливого впливу продуктів згорання на навколишнє середовище. Одним з перспективних напрямків паливного використання вугілля є висококонцентровані водовугільні суспензії (ВВС). Однак, поряд з явними екологічними перевагами ВВС, порівняно з вугіллям вони мають більш низьку теплоту згорання через воду в їх складі. Зазначені недоліки можна усунути, замінивши частину дисперсійного середовища (води), недорогими енергонесучими компонентами – органічними відходами промисловості, що мають досить високу теплоту згорання і низьку температуру застигання. Такий підхід до створення суспензійного палива, на відміну від водовугільних суспензій, дозволяє отримувати більш калорійне паливо. Отримані паливні дисперсні системи характеризуються наступними перевагами порівняно з вугіллям та водовугільним паливом: меншою температурою запалювання; повнотою згорання; підвищеною калорійністю. Калорійність суспензійного палива дає змогу одержувати в пічному просторі температуру до 1500 °С, що зумовлює можливість дешевої утилізації рідких органовмісних відходів. При цьому використання суспензій з таким складом рідкої фази дозволить утилізувати відходи хімічної промисловості: рідкі органічні відходи різних промислових підприємств, зокрема нафтопереробних, полімерних, спиртових, коксохімічних, біопаливних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відділі фізико–хімічної механіки дисперсних систем Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України при виконанні теми III–8–13: «Дослідження впливу фізико–хімічних факторів на реологічні властивості композиційних вуглевмісних дисперсних систем» (№ держреєстрації 0113U003108), а також при виконанні теми III–8–16: «Дослідження колоїдно–хімічних властивостей дисперсних систем на основі вугілля в середовищах різної полярності» (№ держреєстрації 0115U006854).

Мета дослідження – отримання стійких концентрованих дисперсних систем на основі природного вугілля різного ступеня метаморфізму з вмістом рідких органічних середовищ, регулювання їх реологічних властивостей за допомогою

поверхнево–активних речовин, та дослідження структуроутворення і стійкості отриманих систем. Для цього необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити колоїдно–хімічні процеси, які відбуваються в висококонцентрованих суспензіях на основі вугілля різного ступеня метаморфізму з вмістом рідких органічних відходів;
- встановити вплив поверхнево–активних речовин на реологічні властивості та структуроутворення органовугільних дисперсних систем;
- дослідити вплив хімічної природи, молекулярної маси і концентрації реагентів на в'язкість та стабільність паливних органовугільних суспензій вугілля;
- розробити спосіб отримання органовугільних висококалорійних паливних дисперсних систем з максимальною концентрацією твердої фази і в'язкістю до 1,5 Па·с при швидкості деформації зсуву 9с^{-1} ;

Об'єкт дослідження: фізико–хімічні процеси отримання паливних дисперсних систем на основі природного вугілля та рідких водно-органічних середовищ..

Предмет дослідження: паливні суспензії на основі вугілля різного ступеню метаморфізму з вмістом рідких органічних відходів в складі дисперсійного середовища..

Методи дослідження. Реологічні характеристики суспензій отримували методом ротаційної віскозиметрії. Склад органічної складової дисперсійного середовища визначали методом газорідинної хроматографії з мас-селективним детектуванням. Визначення електрокінетичного потенціалу частинок вугілля проводилось методом мікроелектрофорезу в скляних комірках. Визначення органічної складової вугілля проводили за допомогою ІЧ–спектроскопії. ІЧ–спектри зразків отримані в Інституті хімії поверхні ім. А.А. Чуйко НАН України. За допомогою гравіметричного аналізу визначали вологість і зольність вугілля різного ступеня метаморфізму. Гранулометричний аналіз проведений на лазерному аналізаторі розміру частинок Mastersizer 2000.

Наукова новизна одержаних результатів. вплив поверхнево-активних речовин різних класів на реологічні характеристики паливних суспензій вугілля. Встановлено, що найкращі характеристики мають суспензії, в складі яких були неіоногенні поверхнево-активні речовини з досить довгими аліфатичними ланцюгами (не менше C_{17}).

Вивчено процеси структуроутворення та реологічні властивості колоїдних систем на основі вугілля різного ступеня метаморфізму в різних орґано-водних середовищах (гліцерол, продукти піролізу органічних сполук з високою молекулярною масою).

Отримано текучі суспензії з вмістом відходів виробництва біодизельного пального (гліцерол) на основі вугілля різного ступеня метаморфізму з максимальною стійкістю і концентрацією твердої фази, а також в'язкістю, яка не перевищує 1,5 Па·с з калорійністю, вищою від вихідного вугілля.

Розроблено принципову схему отримання висококонцентрованих суспензій на основі вугілля і рідких органічних речовин. Показано, що розроблена

технологія може бути ефективно використана для отримання стійких і текучих паливних дисперсних систем.

Практичне значення отриманих результатів. Вперше запропоновано спосіб отримання паливних суспензій на основі вугілля різного ступеня метаморфізму та відходів виробництва біодизельного пального; сивушного масла та продуктів піролізу високомолекулярних полімерів з ефективною в'язкістю до $1,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$ при $D_r=9\text{с}^{-1}$. Стабільність суспензій складає не менше 8 діб. Результати науково-дослідницької розробки, опробовані на пілотних установках ЗАТ «АНА-ТЕМС», підтверджують можливість використання даних паливних суспензій як палива.

Особистий вклад здобувача Аналіз наукової літератури за темою дослідження, основний об'єм експериментальної роботи, обробку результатів, написання, оформлення дисертаційної роботи виконано особисто здобувачем. Разом із науковим керівником д.т.н. А.С. Макаровим визначено мету і завдання роботи, розроблено методику та схему досліджень, здійснено узагальнення результатів та обговорено висновки дисертації.

У обговоренні результатів приймали участь к.х.н. Савіцький Д.П., к.х.н. Макарова К.В., к.х.н. Кліщенко Р.Є. Дослідження з використанням лазерного аналізатору розміру частинок Mastersizer 2000 виконано разом з к.г.н. С.М. Стадніченко у Центрі колективного користування НАН України Інституту геологічних наук. Друковані роботи підготовані при безпосередній участі автора спільно зі співавторами.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на: конференції молодих вчених «Колоїдно-хімічні проблеми та контроль якості води» (м. Київ, Україна, 2012), конференції молодих вчених «Колоїдно-хімічні проблеми та контроль якості води» (м. Київ, Україна, 2013), всеукраїнській конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми хімії та хімічної технології» (м. Київ, Україна, 2014), всеукраїнській конференції з міжнародною участю «Хімія, фізика та технологія поверхні» (м. Київ, Україна, 2015), XVI науковій конференції «Львівські хімічні читання – 2017» (м. Львів, Україна, 2017).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових робіт, в тому числі 7 статей, з них 5 в спеціальних наукових виданнях, 3 патенти України на корисну модель і тези 5 доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел (143 найменування). Загальний обсяг дисертації становить 138 сторінок друкованого тексту, з яких основний текст складає 98 сторінок, вона містить 22 рисунки, 24 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність обраної теми дисертаційної роботи, визначено мету, об'єкти та предмет досліджень, охарактеризовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведені дані щодо особистого

внеску здобувача, апробацію та публікації основних результатів досліджень, описано структуру та обсяг дисертації.

Перший розділ містить аналіз літератури, в якому показано, що отримання паливних дисперсних систем на основі природного вугілля з максимальною концентрацією дисперсної фази і необхідними реологічними властивостями можливе за рахунок створення оптимального гранулометричного складу частинок вугілля, зменшення вмісту частинок анізометричної форми, а також розробки методів керування фізико-хімічними властивостями колоїдних дисперсій з метою одержання стабільної, висококонцентрованої паливної системи з допустимою в'язкістю до 1,5 Па·с. На основі аналізу даних літератури обґрунтовано вибір об'єктів і сформульовано основні завдання дослідження.

У другому розділі наведено характеристику вихідних речовин та методики експериментальних досліджень. В роботі було використано вугілля різного ступеня метаморфізму — буре вугілля (Б), газове вугілля (Г), довгополумене газове (ДГ), пісне вугілля (Т) та антрацит (А). Реологічні властивості спиртовугільних суспензій вивчали на приладі «Rheotest-2» за допомогою вимірювальної системи S/S₂ (коаксіальні гладкі циліндри) в діапазоні швидкостей зсуву $D_r = 1,0-437,4 \text{ c}^{-1}$. Склад органічної складової дисперсійного середовища визначали методом газорідинної хроматографії з мас-селективним детектуванням. Визначення електрокінетичного потенціалу частинок вугілля проводилось методом мікроелектрофорезу в скляних комірках. Визначення органічної складової вугілля проводили за допомогою ІЧ-спектроскопії. ІЧ-спектри зразків отримані в Інституті хімії поверхні ім. А.А. Чуйко НАН України. За допомогою гравіметричного аналізу визначали вологість і зольність вугілля різного ступеня метаморфізму. Гранулометричний аналіз проведений на лазерному аналізаторі розміру частинок Mastersizer 2000.

Третій розділ включає дослідження проблеми максимального наповнення рідких органічних середовищ частинками вугілля та впливу фізико-хімічних факторів на реологічні властивості висококонцентрованих дисперсних систем на основі вугілля різного ступеня метаморфізму і рідких органічних середовищ.

На основі досліджень впливу поверхнево-активних речовин різних класів на реологічні характеристики органоводовугільних систем залежно від застосовуваних диспергаторів, можна стверджувати, що найкращі характеристики мають суспензії, в складі яких були неіоногенні ПАР з досить довгими аліфатичними ланцюжками (не менше C₁₇): Синтамід-5 і Стеарокс-920, а також з вмістом аніонактивної ПАР - Стеарат натрію. Побудовані криві залежності в'язкості від швидкості зсуву (рис. 1 а), які демонструють падіння в'язкості зі збільшенням швидкості зсуву і її прагнення до ньютонівської течії в діапазоні $D_r = 145,8 - 437,4 \text{ c}^{-1}$, при цьому лінійна ділянка не досягається, що характерно для маломіцних твердоподібних структур, у яких встановлення течії з постійною найменшою в'язкістю відбувається не тільки завдяки руйнуванню зв'язків структури, а й внаслідок орієнтації кінетичних одиниць течії в потоці.

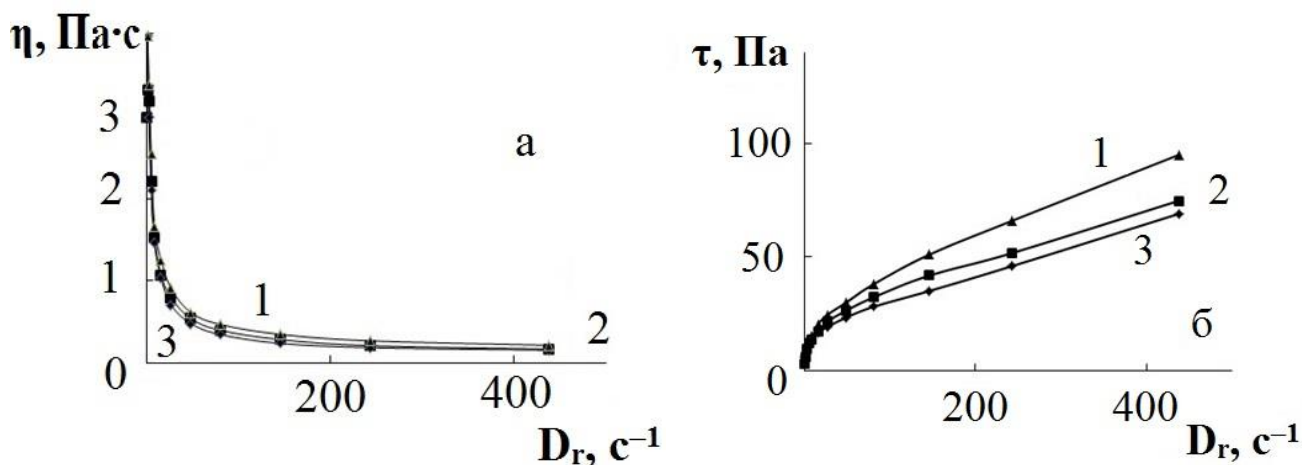


Рис. 1. Криві в'язкості (а) і течії (б) для спиртоводовугільних суспензій на основі антрациту (58 мас. %) з вмістом етанолу (30 мас. %), води (11,5 мас.%) і різними ПАР (0,5 мас. %): 1 - Синтамід-5 ; 2 - Стеарат натрію; 3 - Стеарокс-920.

Криві течії на рис. 1 б демонструють збільшення напруги зсуву в суспензіях зі зростанням швидкості зсуву. Причому система, в складі якої є 0,5% мас. Стеарокс-920, характеризується меншою міцністю поза зоною ламінарної течії.

Також варто відзначити, що ефективна робота поверхнево-активних речовин, котрі розглядаються в даній роботі, спостерігалася при концентрації ПАР в дисперсних системах, яка значно перевищує їх критичну концентрацію міцелоутворення. Важливим є і те, що у всіх ПАР, які продемонстрували хороший результат при отриманні спиртоводовугільного палива, значення гідрофільно-ліпофільного балансу знаходиться в межах 12,6-18.

В результаті вивчення реологічних властивостей суспензій вугілля з водо-гліцериновим дисперсійним середовищем було встановлено, що з підвищенням стадії метаморфізму та густини вугілля, тобто при переході від бурого вугілля до антрациту, суспензії характеризуються меншими значеннями ефективної в'язкості при однаковому масовому вмісті дисперсної фази (С,%). Так, 50%-ві вугільні суспензії, дисперсійне середовище яких вміщує 5 і 20 мас. % гліцерину, мають такі значення ефективної в'язкості (при швидкості зсуву $D\dot{\gamma} = 9 \text{ с}^{-1}$): у випадку вугілля марки Б – 0,79 і 2,3 Па·с, марки Г – 0,7 і 2,0 Па·с, марки Т – 0,6 і 1,8 Па·с, марки А – 0,5 і 1,78 Па·с. Динамічна в'язкість цих же суспензій при швидкості зсуву $D\dot{\gamma} = 437,4 \text{ с}^{-1}$ у випадку вугілля марки Б дорівнює 0,07 і 0,16 Па·с, марки Г – 0,05 і 0,14 Па·с, марки Т – 0,03 і 0,10 Па·с, марки А – 0,01 і 0,58 Па·с.

Дослідження реологічних властивостей водо-гліцеринових суспензій вугілля показали, що для кожної марки вугілля існує своя гранична концентрація гліцерину в дисперсійному середовищі, при якій в'язкість суспензій не перевищує 1,5 Па·с (рис. 2).

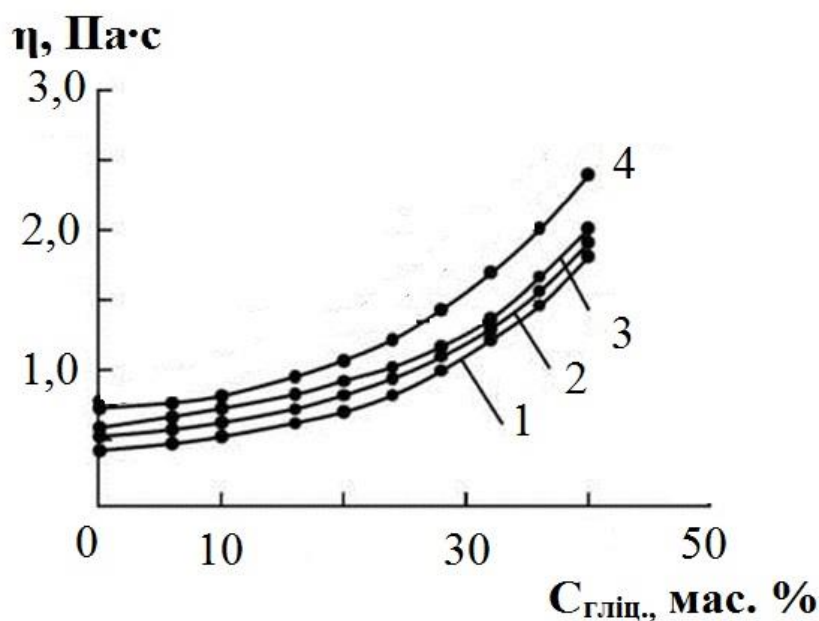


Рис. 2. Залежність в'язкості суспензій вугілля марок А (1), Т (2), Г (3) і Б (4) від концентрації гліцерину у воді. $C_{\text{T}}=50$ мас. %.

Ефективна в'язкість суспензій незалежно від способів і умов її вимірювання пропорційна в'язкості дисперсійного середовища. При цьому багато суспензій, призначених для промислового використання, мають певні обмеження за в'язкістю. Так, ефективна в'язкість суспензій вугілля, які спалюють факельним способом, як правило, не повинна перевищувати 1,5 Па·с.

Якщо як дисперсійне середовище суспензії застосовуються дві або кілька рідин, величина і характер зміни в'язкості дисперсійного середовища, як і в'язкості суспензії, будуть визначатися, за інших рівних умов, їх відносним вмістом. У силу того, що міжмолекулярні взаємодії у сумішах рідин призводять до утворення різних за структурою асоціатів, в'язкість суміші може як збільшуватися, так і зменшуватися, залежно від її складу. Тому в процесі приготування суспензій вугілля з використанням як дисперсійного середовища сумішей рідин необхідно встановити оптимальне співвідношення компонентів, при якому ефективна в'язкість суспензій не перевищує порогового значення.

Досліджувані в даній роботі суспензії дуже часто піддаються різним механічним впливам: перемішуванню, перекачуванню, розпиленню. Тому дуже важливо розуміти, яким чином змінюються реологічні властивості дисперсної системи в широкому діапазоні механічних навантажень. Отримані залежності напруги зсуву від швидкості зсуву, вказують на зміцнення структури суспензій вугілля з підвищенням вмісту в них гліцерину (рис. 3). Графіки наведені для суспензій з максимальним вмістом дисперсної фази, оскільки концентрація вугілля впливає на калорійність паливних дисперсних систем. З підвищенням швидкості зсуву і руйнування структури суспензій вугілля криві течії «виположуються». При цьому кут нахилу кривих щодо осі абсцис зростає зі збільшенням концентрації гліцерину в суспензії.

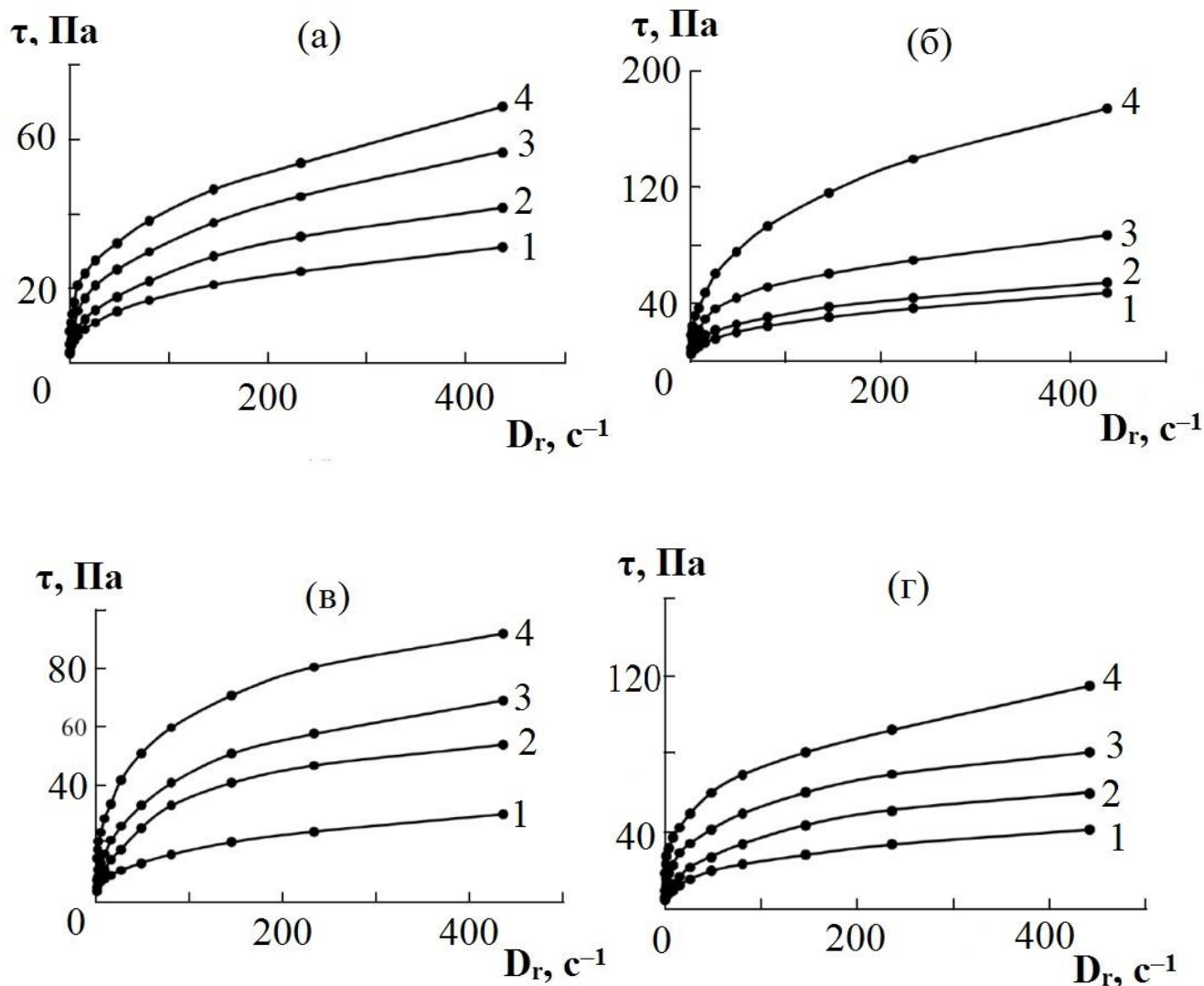


Рис. 3. Криві течії водо-гліцеринових суспензій вугілля різних марок: (а) - Б ($C_T=50\%$), (б) - Г ($C_T=55\%$), (в) - Т ($C_T=55\%$), (г) - А ($C_T=60\%$). Вміст гліцерину в суспензіях: 5 (1), 10 (2), 15 (3), 20 мас. % (4).

З точки зору оптимальної в'язкості суспензій, доцільно додавати до 21% гліцерину, при цьому в'язкість системи не перевищить 1,5 Па·с. Криві течії (рис. 4) демонструють збільшення напруги зсуву зі зростанням швидкості зсуву. Вид кривих вказує на поступове зміцнення структури суспензій і посилення неньютонівського характеру течії при підвищенні концентрації гліцерину в суспензіях. При збільшенні швидкості зсуву у всіх перерахованих дисперсних системах зменшується в'язкість, що говорить про зміну зв'язку між структурними елементами і часткове руйнування зв'язків між елементами структури. Отримані криві залежності в'язкості від швидкості зсуву суспензій на основі вугілля марки Т схожі і відрізняються незначним збільшенням в'язкості в міру зростання кількості гліцерину. Криві для систем на основі вугілля інших марок аналогічні. В'язкість досліджуваних гліцериновмісних систем знижується у міру зростання швидкості зсуву, і прагне до ньютонівської течії в діапазоні $D_r=145,8-437,4 \text{ c}^{-1}$, при цьому, не досягаючи лінійної ділянки. Така поведінка дисперсних систем

характерна для маломіцних твердоподібних структур, у яких встановлення течії з постійною найменшою в'язкістю відбувається не завдяки руйнуванню зв'язків структури, а внаслідок орієнтації кінетичних одиниць течії в потоці. Для таких систем також характерна виняткова стабільність без застосування будь-яких стабілізуючих реагентів, що дуже практично при тривалому зберіганні композиційних палив і дозволить заощадити на стабілізуючих добавках.

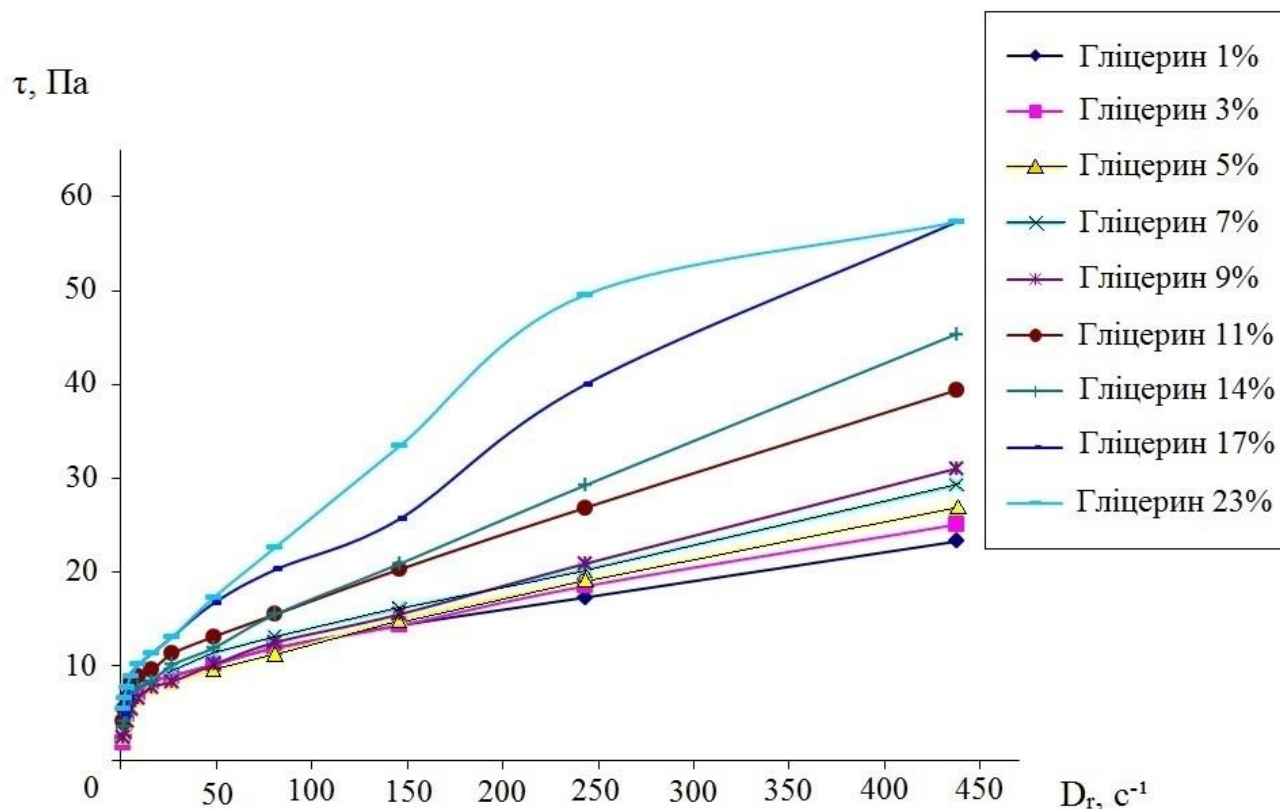


Рис. 4. Криві течії суспензій на основі вугілля марки Т ($C_T=50$ мас. %) з різною концентрацією гліцерину.

Також визначено нижчу теплоту згоряння суспензій на основі вугілля різного ступеня метаморфізму з вмістом гліцерину в межах 5 - 20% (табл. 1). Дані показують, що такі суспензії по своїй калорійності наближаються до вугілля. Це вказує на доцільність використання суспензій з вмістом не менш як 50% твердої фракції для бурого вугілля, 55% для газового вугілля і 60% для пісного вугілля і антрациту. Використання відходів виробництва біодизельного пального (гліцерол) в складі паливних дисперсних систем дозволяє отримувати паливо з допустимою в'язкістю (до 1,5 Па·с) та стабільністю без використання інших реагентів – диспергаторів та стабілізаторів. Тобто приготування таких систем дозволяє отримувати більш калорійне, порівняно з водовугільним, паливо без використання хімічних реагентів та утилізувати відходи виробництва біодизельного пального – сирий, неочищений гліцерол.

Таблиця 1. Нижча теплота згоряння (Q, МДж/кг) та в'язкість (η , Па·с) органоводовугільних суспензій на основі вугілля різного ступеня метаморфізму з різним вмістом гліцеролу.

C _T	C _{глиц.} , %	C _{H₂O} , %	Б		Г		Т		А	
			Q	η	Q	H	Q	H	Q	η
45 %	0	55	7,2	1,55	10,35	1,49	11,12	1,47	12,96	1,41
	5	50	9,83	0,87	11,99	0,61	13,21	0,54	14,78	0,45
	10	45	10,66	0,97	12,82	0,65	14,04	0,57	15,61	0,49
	15	40	11,49	0,98	13,65	0,68	14,87	0,60	16,44	0,53
	20	35	12,32	0,99	14,48	0,73	15,70	0,65	17,27	0,58
50 %	0	50	8,0	1,69	11,5	1,52	12,35	1,46	14,4	1,39
	5	45	10,83	1,05	13,23	0,82	14,58	0,73	16,33	0,66
	10	40	11,66	1,12	14,06	0,89	15,41	0,81	17,16	0,75
	15	35	12,49	1,26	14,89	1,03	16,24	0,95	17,99	0,87
	20	30	13,32	1,35	15,72	1,32	17,07	1,25	18,82	1,16
55 %	0	45	8,8	1,75	12,65	1,50	13,58	1,43	15,84	1,38
	5	40	11,83	1,30	14,47	1,08	15,96	0,99	17,88	0,90
	10	35	12,66	1,34	15,30	1,12	16,79	1,03	18,71	0,96
	15	30	13,49	1,35	16,13	1,13	17,62	1,06	19,54	0,99
	20	25	14,42	1,37	16,96	1,15	18,45	1,07	20,37	1,01
60 %	0	40	9,6	1,89	13,8	1,48	14,82	1,41	17,28	1,36
	5	35	12,83	1,41	15,71	1,18	17,33	1,08	19,43	0,99
	10	30	13,66	1,45	16,54	1,21	18,16	1,12	20,26	1,04
	15	25	14,49	1,46	17,37	1,24	18,99	1,16	21,09	1,07
	20	20	15,42	1,48	18,20	1,27	19,82	1,19	21,92	1,12

У четвертому розділі досліджено питання максимального наповнення частинками вугілля паливних дисперсних систем на основі природного вугілля різного ступеня метаморфізму у середовищі рідких органічних відходів: сивушного масла та продуктів піролізу високомолекулярних полімерів.

При вивченні реологічних властивостей суспензій вугілля, отриманих із застосуванням сивушних масел, були побудовані криві течії (рис. 5), на яких спостерігається збільшення напруги зсуву залежно від швидкості зсуву. Вид кривих вказує на зміцнення структури суспензій і посилення неньютонівського характеру течії при переході від вугілля високої стадії метаморфізму до вугілля низької стадії метаморфізму. Тобто, руйнування структури суспензій на основі вугілля марки «А» відбувається при менших значеннях напруги зсуву, ніж на основі вугілля марки «Б». З ростом концентрації вугілля і зменшенням концентрації сивушних масел спостерігається така ж тенденція, при цьому збільшуються значення напруг зсуву. Характер течії суспензій вугілля, отриманих із застосуванням сивушних масел, описується рівнянням Оствальда-Вейля ($\tau = k \cdot D_r^n$), де k - показник консистентності, n - індекс потоку, що характеризує поведінку псевдопластичних рідин.

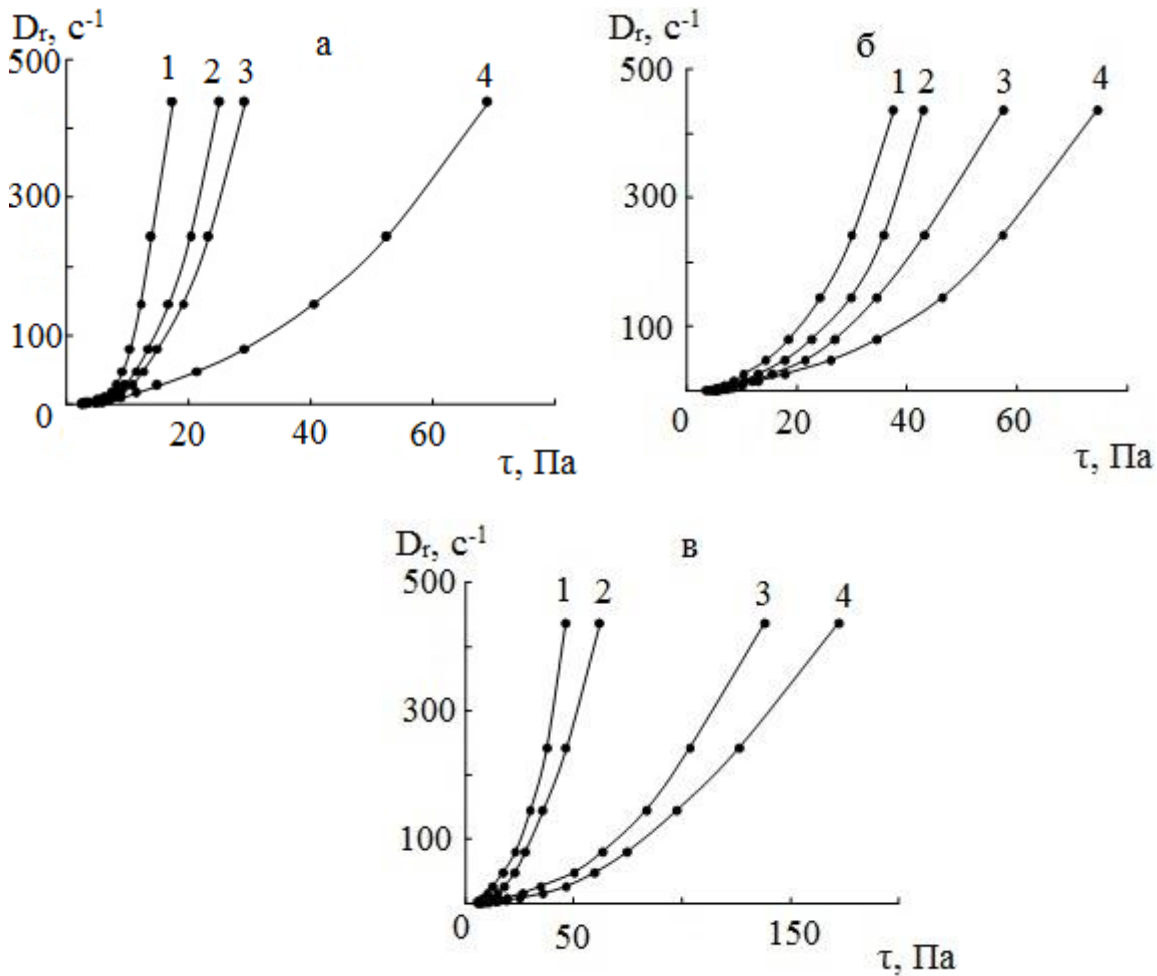


Рис. 5. Реологічні криві течії суспензій вугілля марки: 1 - А, 2 - Т, 3 - ДГ, 4 - Б, отриманих із застосуванням сивушних масел, при $C_T = 35\%$ (а), 40% (б), 45% (в).

Параметри апроксимируючих кривих, коефіцієнт кореляції (R^2), мінімальні і максимальні значення напруги зсуву та динамічної в'язкості τ_{\min} , η_{\max} ($D_r=1,0 \text{ c}^{-1}$), τ_{\max} , η_{\min} ($D_r=437,4 \text{ c}^{-1}$), наведено в (табл. 2).

Дані щодо зміни значень напруги зсуву і в'язкості суспензій вугілля, отриманих із застосуванням сивушних масел, дозволяють побудувати ряд, який характеризує зменшення зазначених реологічних параметрів при однаковому вмісті вугілля в суспензії: «А» < «Т» < «ДГ» < «Б». Формування різної по міцності і в'язкості структури суспензій вугілля різної стадії метаморфізму, в основному пов'язано зі зміною їх густини і пористості. У досліджених зразків вугілля підвищення стадії метаморфізму супроводжується збільшенням густини і зменшенням пористості, що сприяє досягненню більш високих концентрацій дисперсної фази суспензій. Залежність ефективної в'язкості η ($D_r=9,0 \text{ c}^{-1}$) суспензій вугілля, отриманих із застосуванням сивушних масел від концентрації вугілля (рис. б), підтверджує вищесказане.

Таблиця 2. Реологічні параметри суспензій вугілля, отриманих із застосуванням сивушних масел.

Марка вугілля	C_T , %	k	n	R^2	τ_{\min} , Па	τ_{\max} , Па	η_{\min} , Па·с	η_{\max} , Па·с
Б	35	0,108	1,968	0,994	2,99	69,00	0,16	2,99
	40	0,057	2,073	0,992	4,18	74,75	0,17	4,18
	45	0,017	1,953	0,997	7,16	172,50	0,39	7,16
ДГ	35	0,054	2,647	0,993	2,69	29,25	0,07	2,69
	40	0,041	2,314	0,986	4,90	57,50	0,13	4,90
	45	0,030	1,922	0,998	5,97	138,00	0,32	5,97
Т	35	0,094	2,567	0,988	2,39	25,07	0,06	2,39
	40	0,056	2,357	0,995	3,58	42,98	0,09	3,58
	45	0,014	2,561	0,995	5,49	62,10	0,14	5,49
А	35	0,008	3,890	0,995	2,00	17,37	0,04	2,00
	40	0,085	2,358	0,991	2,50	37,64	0,09	2,50
	45	0,064	2,290	0,995	2,90	46,32	0,11	2,90

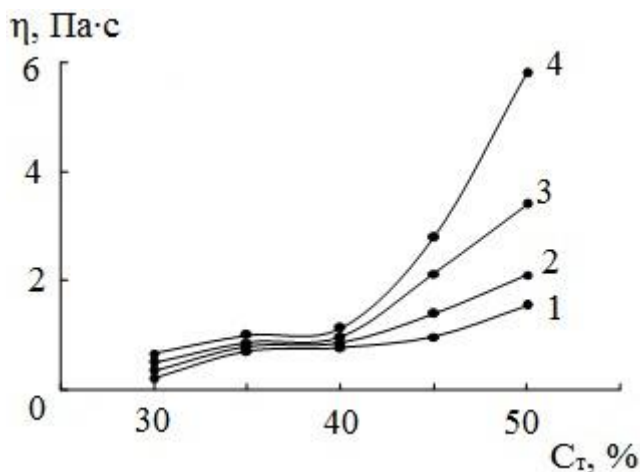


Рис. 6. Залежність ефективної в'язкості суспензій вугілля марки: 1 – А, 2 – Т, 3 – ДГ, 4 – Б, отриманих із застосуванням сивушних масел, від концентрації вугілля.

Наприклад, ефективна в'язкість суспензій вугілля досліджених марок в діапазоні $C_T=30-40\%$ мало відрізняється. При збільшенні вмісту вугілля в суспензії $C_T>40\%$, в'язкість різко зростає.

Динамічна в'язкість суспензій вугілля, отриманих із застосуванням сивушних масел, зменшується зі збільшенням швидкості зсуву (рис.7). Криві

наведені тільки для суспензій вугілля марки «А» і «Б». Для суспензій вугілля марки «ДГ» і «Т» криві мають таку ж залежність у всьому діапазоні досліджених концентрацій і відрізняються тільки значеннями динамічної в'язкості. Найбільш інтенсивне руйнування структури суспензій при концентрації вугілля ($C_T=35\%$) відбувається в діапазоні швидкостей зсуву $D_r=1,0-16,2 \text{ c}^{-1}$, при $C_T=40\%$ в діапазоні $D_r=1,0-27,0 \text{ c}^{-1}$, при $C_T=45\%$ в діапазоні $D_r=1,0-48,6 \text{ c}^{-1}$.

Порівняння кривих в'язкості суспензій на основі вугілля марки «А» (рис. 7, крива 1) і суспензій на основі вугілля марки «Б» (рис. 7, крива 2) показує, що вихід на ньютонівські ділянки течії в першому випадку відбувається при менших швидкостях зсуву. Крім того, суспензії на основі вугілля марки «А» мають менші значення динамічної в'язкості, ніж суспензії на основі вугілля марки «Б», при тих же концентраціях.

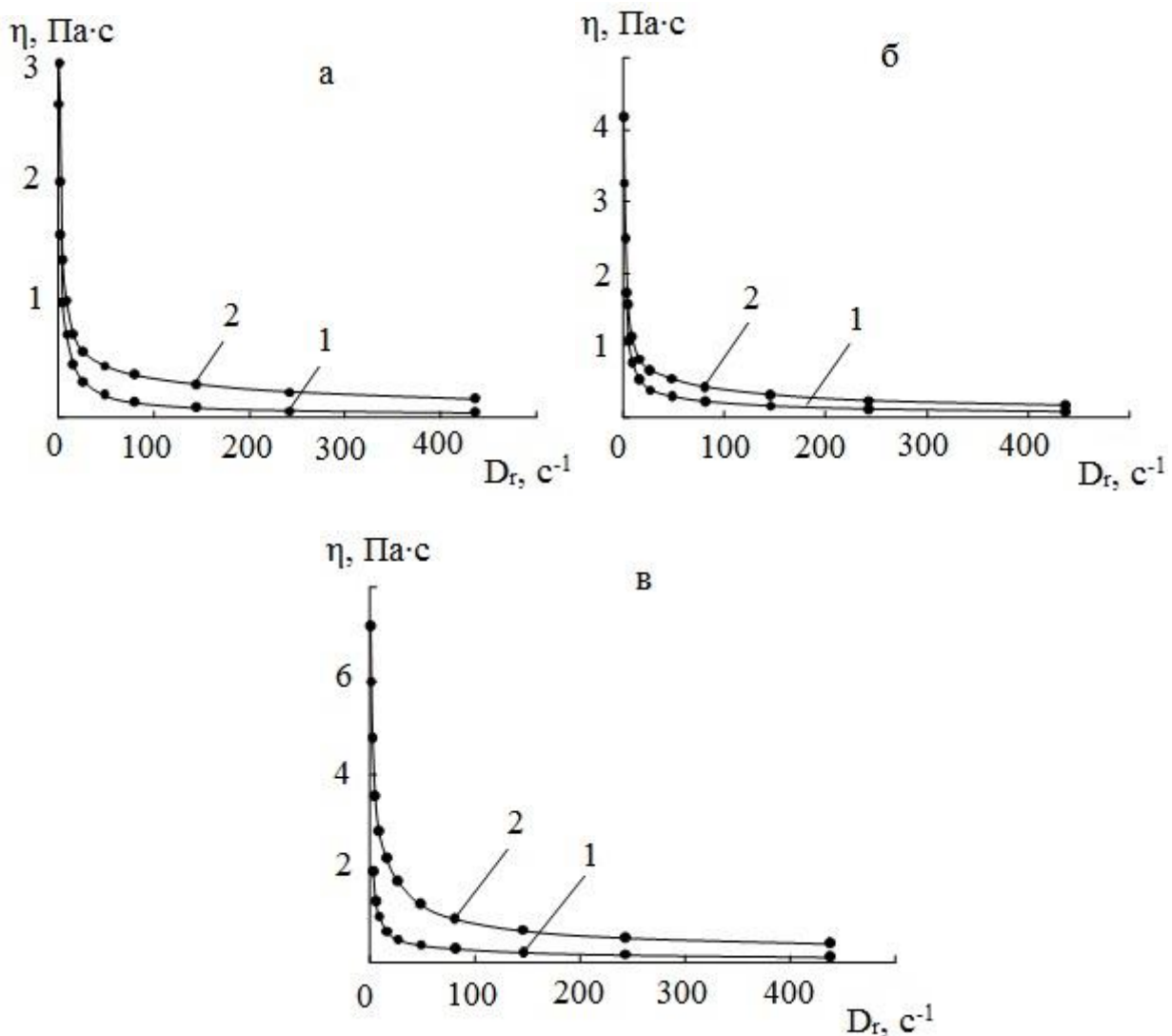


Рис. 7. Реологічні криві в'язкості суспензій вугілля марки: 1 – А, 2 – Б, отриманих із застосуванням сивушних масел, при $C_T = 35\%$ (а), 40% (б), 45% (в).

У результаті проведених досліджень встановлено, що введення до складу суспензій вугілля сивушних масел сприяє підвищенню теплотворної здатності (Q , МДж/кг) та повноти вигорання палива (F , мас.%) (табл. 3).

Таблиця 3. Теплотворна здатність (Q , МДж/кг) та повнота вигорання (F , мас.%) суспензій вугілля при концентрації твердої фази ($C_T = 40\%$), отриманих із застосуванням сивушних масел

Марка угля	Вихідне вугілля		Суспензія	
	Q , МДж/кг	F , %	Q , МДж/кг	F , %
Б	20,0	80	24,2	99,5
ДГ	24,8	85	28,5	99,8
Т	27,5	85	30,0	99,8
А	31,0	90	31,5	99,8

Було визначено, що паливні дисперсні системи на основі природного вугілля з вмістом продуктів піролізу високомолекулярних полімерів мають високу стабільність та калорійність котра при високому вмісті твердої фази та продуктів піролізу близька до вихідного вугілля (табл. 4).

Таблиця 4. Нижча теплота згорання (Q , МДж/кг) та в'язкість (η , Па·с) суспензій з вмістом продуктів піролізу високомолекулярних полімерів на основі вугілля різного ступеня метаморфізму.

C_T	$C_{\text{пір.}}$, %	$C_{\text{H}_2\text{O}}$, %	Б		Г		Т		А	
			Q	η	Q	η	Q	η	Q	η
45 %	0	55	7,2	1,42	10,35	1,39	11,12	1,37	12,96	1,21
	10	45	10,3	1,47	13,45	1,34	14,21	1,34	16,55	1,32
	20	35	13,4	1,42	16,55	1,27	17,31	1,36	19,65	1,27
	30	25	16,5	1,38	19,65	1,36	20,41	1,31	22,75	1,31
	40	15	19,6	1,41	22,75	1,38	23,51	1,38	25,85	1,33
50 %	0	50	8,0	1,37	11,5	1,32	12,35	1,26	14,4	1,18
	10	40	11,1	1,45	14,6	1,36	15,45	1,38	18,05	1,35
	20	30	14,2	1,39	17,7	1,31	18,55	1,27	21,15	1,30
	30	20	17,3	1,44	20,8	1,35	21,65	1,36	24,25	1,29
	40	10	20,4	1,49	23,9	1,38	24,75	1,39	27,35	1,32

На основі аналізу реологічних властивостей дисперсних систем різного складу запропоновано наступну принципову схему отримання паливних дисперсних систем на основі вугілля та рідких органічних відходів (рис. 8).

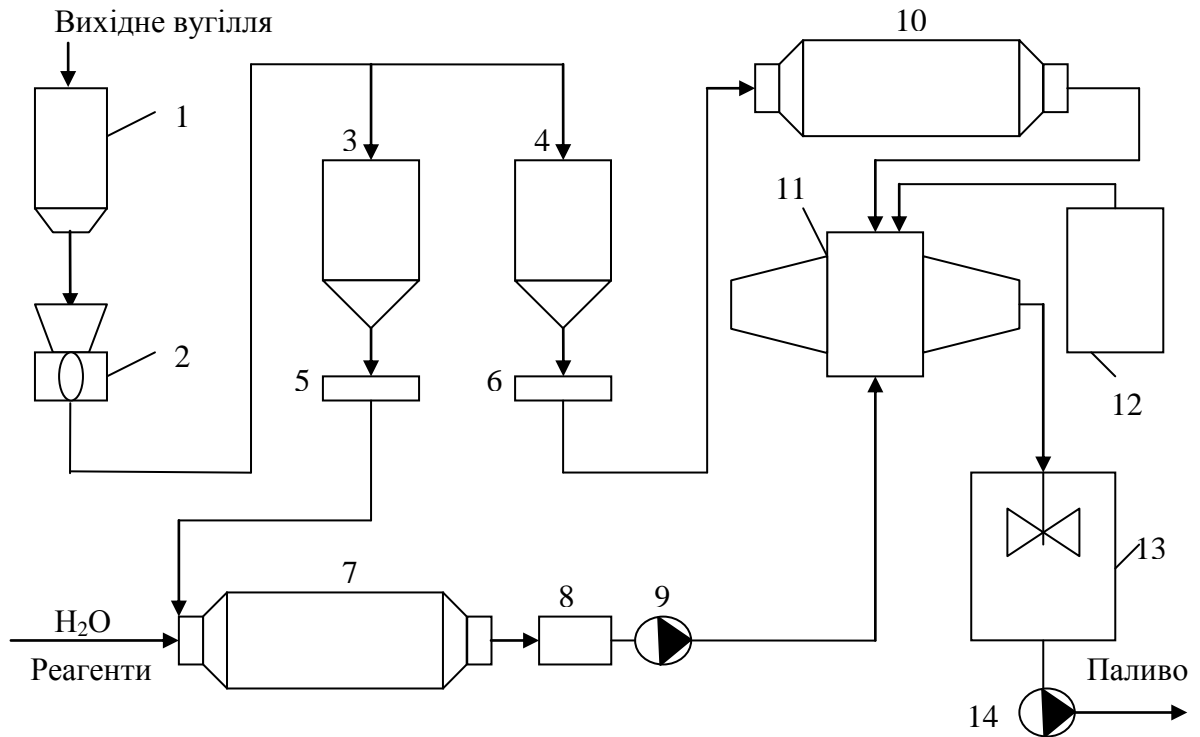


Рис. 8. Принципова схема отримання паливних дисперсних систем на основі вугілля та рідких органічних відходів: 1 – бункер вихідного вугілля, 2 – дробарка, 3,4 – бункери подрібненого вугілля, 5,6 – дозатори, 7 – млин тонкого помелу, 8 – зумпф, 9,14 – насоси, 10 – млин надтонкого помелу, 11 – колоїдний млин, 12 – цистерна для органічних рідин, 13 – гомогенізатор.

Схема може доповнюватись рядом технічних операцій та відповідними обладнанням. В загальному ж можна виділити два підходи приготування паливних дисперсних систем на основі вугілля та рідких органічних середовищ. Перший спосіб базується на приготуванні водовугільного палива з подальшою добавкою органічних відходів, хімічних реагентів та необхідної кількості тонкомолотого вугілля. Другий спосіб полягає в отриманні тонкомолотого вугілля та безпосередньому змішуванні з органічними відходами та хімічними реагентами в потужних кавітаторах або колоїдних млинах.

ВИСНОВКИ

1. Вперше досліджено вплив поверхнево-активних речовин різних класів (катионоактивні, аніоноактивні, неіоногенні) на колоїдно-хімічні характеристики суспензій на основі вугілля різного ступеня метаморфізму з метою одержання стабільних дисперсних систем з максимальними концентраціями твердої фази і в'язкістю, яка не перевищує 1,5 Па·с. Встановлено, що найкращі характеристики мають суспензії з вмістом етанолу, в складі яких були неіоногенні поверхнево-активні речовини з досить довгими аліфатичними ланцюжками (не менше C_{17}).

Визначено, що найменшу в'язкість (1,46 Па·с) мала система із додаванням стеарокс-920, трохи більшу – із застосуванням стеарату натрію (1,52 Па·с), найбільшу в'язкість, але вищу стабільність – система із вмістом синтамід-5. Показано, що найкращий розріджуючий і стабілізуєчий ефект мають реагенти при концентрації їх в системі, яка перевищує критичну концентрацію міцелоутворення.

2. У результаті вивчення реологічних властивостей суспензій вугілля з водно-гліцериновим дисперсійним середовищем було встановлено, що з підвищенням стадії метаморфізму вугілля, тобто при переході від бурого вугілля до антрациту, суспензії характеризуються меншими значеннями ефективної в'язкості при однаковому масовому вмісті дисперсної фази. Отримано суспензії з максимальним вмістом вугілля 60% мас. і допустимою в'язкістю (до 1,5 Па·с) з високою седиментаційною стійкістю (не менше 8 діб) та калорійністю (15,42 МДж/кг для вугілля марки Б; 18,20 МДж/кг – Г; 19,82 МДж/кг – Т; 21,92 МДж/кг – А при вмісті гліцерину 20 % мас.).

3. Визначено фізико-хімічні характеристики паливних дисперсних систем на основі природного вугілля, отриманих із застосуванням відходів спиртових, біодизельних та нафтопереробних підприємств. Встановлено, що з підвищенням стадії метаморфізму вугілля, тобто при переході від бурого вугілля до антрациту, ефективна в'язкість та напруга зсуву суспензій зменшується, що дозволяє побудувати наступний ряд: А < Т < ДГ < Б, який характеризує зменшення зазначених реологічних параметрів при однаковому вмісті вугілля в суспензії.

4. Отримано стійкі паливні дисперсні системи з вмістом рідких органічних відходів (сивушні масла, продукти піролізу) які мають вищу калорійність, порівняно з аналогічними водовугільними суспензіями: 24,52; 23,51 та 11,12 МДж/кг відповідно, при вмісті вугілля 45 % мас. та вмісті води 15 % мас. в органоводовугільних суспензіях.

5. Запропоновано принципову схему отримання суспензійних паливних дисперсних систем на основі вугілля та рідких органічних середовищ. Результати науково-дослідницької розробки, апробовані на пілотних установках ЗАТ «АНА-ТЕМС», підтверджують можливість використання даних паливних суспензій як палива.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Садовский Д.Ю.** Получение топливных дисперсных систем на основе природных углей и низших спиртов / Д.Ю. Садовский, Д.П. Савицкий, Т.А. Пахар // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2013. – № 3. – С. 5–10.

2. **Садовский Д.Ю.** Влияние поверхностно-активных веществ на реологические свойства суспензий угля, полученных с применением водно-этанольных растворов / Д. Ю. Садовский, А.С. Макаров Д.П. Савицкий, // Украинский Химический Журнал. – 2015. – № 2. – С. 97–100.

3. Савіцький Д.П. Фізико-хімічні аспекти отримання паливних дисперсних систем на основі природного вугілля та рідких органічних відходів /

Д.П. Савіцький, А.С. Макаров, **Д.Ю. Садовський**, // Вісник НАН України. – 2015. – № 3. – С. 61–72.

4. Савицкий Д. П. Влияние сивушных масел на реологические свойства суспензий угля / Д.П. Савицкий, Я.М. Станишевский, **Д.Ю. Садовский**, А.С. Макаров, // Химия и технология топлив и масел. – 2016. – № 4. – С. 3–6.

5. Савицкий Д.П. Реологические свойства спиртоугольных суспензий на основе углей разной стадии метаморфизма / Д.П. Савицкий, **Д.Ю. Садовский**, // Химия твердого топлива. – 2014. – № 3. – С. 156–163.

6. **Садовский Д.Ю.** Получение композиционного водоугольного топлива с использованием глицерина / Д.Ю. Садовский, А.С. Макаров Д.П. Савицкий, Р.Р. Масляк// Вопросы химии и химической технологии. – 2017. – № 1. – С. 59–63.

7. Макарова Е.В. Влияние технологии стабилизации на реологические свойства и стабильность водоугольных суспензий / Е.В. Макарова, Д.П. Савицкий, А.С. Макаров, **Д.Ю. Садовский**// Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2016. – № 3. – С. 13–18.

[1-7] Пошук та аналіз літературних даних, проведення експериментів з дослідження реологічних властивостей та стабільності висококонцентрованих дисперсних систем на основі вугілля різного ступеня метаморфізму і нижчих аліфатичних спиртів, участь у трактуванні отриманих результатів та написанні статей.

8. Реологічна поведінка дисперсних систем на основі вугілля та нижчих спиртів / **Д.Ю. Садовський** // Збірник праць наукової конференції молодих вчених «Колоїдно-хімічні проблеми охорони довкілля та контроль якості води». – Україна, Київ, 29-30 листопада 2012 р. – С. 70–71.

9. Реологічні властивості спиртоводоугільних суспензій з вмістом гліцерину/ **Д.Ю. Садовський**, К.В. Макарова // Збірник праць наукової конференції молодих вчених «Колоїдно-хімічні проблеми охорони довкілля та контроль якості води». – Україна, Київ, 28–29 листопада 2013 р. – С. 108–109.

10. Применение отходов спиртовых производств для получения топливных дисперсных систем на основе угля/ **Д.Ю. Садовський**, Д.П.Савіцький, К.В. Макарова// Збірник праць наукової конференції молодих вчених «Актуальні проблеми хімії та хімічної технології». – Україна, Київ, 20–21 листопада 2014 р. – С. 238–239.

11. Получение водно-этанольных суспензий угля с применением поверхностно-активных веществ / **Д.Ю. Садовський**, Д.П.Савіцький, К.В. Макарова// Збірник праць наукової конференції молодих вчених «Хімія, фізика та технологія поверхні». – Україна, Київ, 13–15 травня 2015 р. – С. 60.

12. Отримання паливних дисперсних систем з використанням органічних відходів хімічних виробництв / **Д.Ю. Садовський**, Д.П.Савіцький, К.В. Макарова// Збірник наукових праць XVI наукової конференції «Львівські хімічні читання – 2017». – Україна, Львів, 28–31 травня 2017 р. – С. 73

[8-12] Експериментальне дослідження реологічної поведінки та створення органоводоугільних паливних дисперсних систем, обробка результатів та оформлення тез.

13. Патент на корисну модель № 105722 UA, C10 L 1/32 (2006.01). Спосіб відновлення реологічних властивостей некондиційної водовугільної суспензії / Макаров А.С., Кузнецов О.С., Лобанов О.Ю., **Садовський Д.Ю.**, Макарова К.В., Савіцький Д.П., Кліщенко Р. Є. – заявник та власник патенту Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України. – № 2014100761; заявл. 27.01.2014; опубл. 11.04.2016. Бюл. № 7.

14. Патент на корисну модель № 105724 UA, C10 L 1/32 (2006.01). Спосіб одержання водовугільної суспензії / Макаров А.С., Савіцький Д.П., **Садовський Д.Ю.**, Лобанов О.Ю. – заявник та власник патенту Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України. – № 201405438; заявл. 21.05.2014; опубл. 11.04.2016. Бюл. № 7.

15. Патент на корисну модель № 103924 UA, C10 L 1/32 (2006.01). Водоспиртова суспензія вугілля / Савіцький Д.П., **Садовський Д.Ю.**, Макаров А.С., Лобанов О.Ю. – заявник та власник патенту Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України. – № 201505467; заявл. 03.06.2015; опубл. 12.01.2016. Бюл. № 1.

АНОТАЦІЇ

Садовський Д.Ю. «Формування структури дисперсних систем на основі природного вугілля та рідких органічних середовищ». – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.11– колоїдна хімія. – Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України. – Київ, 2018.

У дисертаційній роботі проведено теоретичну оцінку максимального наповнення дисперсійного середовища вугільними частинками, відображено особливості процесів структуроутворення в паливних дисперсних системах, а також показано залежність реологічних властивостей паливних дисперсних систем на основі вугілля від гранулометричного складу, форми частинок та природи дисперсійного середовища. Показано основні типи реологічних кривих, які відображають особливості процесів структуроутворення у паливних дисперсних системах. Розглянуто основні фізико-хімічні та технологічні аспекти отримання палива на основі природного вугілля та рідких органічних середовищ. Проведено дослідження реологічної поведінки органувугільних паливних суспензій на основі вугілля різної стадії метаморфізму, отриманих із застосуванням як дисперсійного середовища нижчих спиртів. Встановлено, що збільшення довжини алкільного радикала призводить до зростання напруги зсуву і в'язкості паливних суспензій. Залежність напруги зсуву і в'язкості паливних суспензій від фізичних властивостей спиртів свідчить про те, що підвищення динамічної в'язкості і дипольного моменту, а також зниження діелектричної проникності при збільшенні довжини вуглеводневого радикала спиртів, призводить до підвищення значень реологічних параметрів. Досліджено вплив поверхнево-активних речовин різних класів на реологічні характеристики паливних суспензій вугілля. Встановлено, що найкращі характеристики мають

суспензії, в складі яких були неіоногенні поверхнево-активні речовини з досить довгими аліфатичними ланцюжками. Показано, що найкращий розріджуючий і стабілізуючий ефект мають реагенти при їх концентрації в системі, яка перевищує критичну концентрацію міцелоутворення. Досліджено реологічну поведінку суспензій вугілля різних стадій метаморфізму залежно від вмісту гліцерину у водному дисперсійному середовищі. З'ясовано, що зниження полярності водогліцеринових розчинів призводить до зростання напруги зсуву і в'язкості суспензій вугілля. Встановлено, що з підвищенням стадії метаморфізму вугілля, тобто при переході від бурого вугілля до антрациту, суспензії характеризуються меншими значеннями ефективної в'язкості при однаковому масовому вмісті дисперсної фази. Отримано системи з характеристиками, що дозволяють їх використання як палива для енергетичних установок. Запропоновано принципову схему одержання паливних дисперсних систем на основі вугілля та рідких органічних відходів. Визначено технологічні характеристики паливних дисперсних систем, отриманих із застосуванням відходів спиртових, біодизельних та нафтопереробних підприємств.

Ключові слова: органовугільна суспензія, реологічні характеристики, структуроутворення, гліцерол, стеарат натрію, продукти піролізу, сивушні масла, утилізація відходів.

АННОТАЦІЯ

Садовский Д. Ю. Формирование структуры дисперсных систем на основе природного угля и жидких органических сред. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.11 – коллоидная химия. – Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины, Киев, 2018.

В диссертационной работе проведена теоретическая оценка максимального наполнения дисперсионной среды угольными частицами, отражены особенности процессов структурообразования в топливных дисперсных системах, а также показана зависимость реологических свойств топливных дисперсных систем на основе угля от гранулометрического состава, формы частиц и природы дисперсионной среды. Приведены основные типы реологических кривых, отражающих особенности процессов структурообразования в топливных дисперсных системах. Рассмотрены основные физико-химические и технологические аспекты получения топлива на основе природного угля и жидких органических сред. Проведено исследование реологического поведения органугольных топливных суспензий на основе угля различной стадии метаморфизма, полученных с применением в качестве дисперсионной среды низших спиртов. Установлено, что увеличение длины алкильного радикала приводит к росту напряжения сдвига и вязкости топливных суспензий. При рассмотрении зависимости напряжения сдвига и вязкости топливных суспензий от физических свойств спиртов можно сделать вывод о том, что повышение динамической вязкости и дипольного момента, а также снижение

диэлектрической проницаемости, при увеличении длины углеводородного радикала спиртов, приводит к повышению значений реологических параметров. Исследовано влияние поверхностно-активных веществ различных классов на реологические характеристики топливных суспензий угля. Установлено, что наилучшими характеристиками владеют суспензии, в составе которых были неионогенные поверхностно-активные вещества с достаточно длинными алифатическими цепочками. Показано, что лучший разжижающий и стабилизирующий эффект проявляют реагенты при концентрации их в системе, которая превышает критическую концентрацию мицеллообразования. Исследовано реологическое поведение суспензий угля различных стадий метаморфизма в зависимости от содержания глицерина в водной дисперсионной среде. Выяснено, что снижение полярности водно - глицериновых растворов приводит к росту напряжения сдвига и вязкости суспензий угля. Установлено, что с повышением стадии метаморфизма угля, то есть при переходе от бурого угля до антрацита, суспензии характеризуются меньшими значениями эффективной вязкости при одинаковом массовом содержании дисперсной фазы. Получены системы с характеристиками, позволяющими их использование в качестве топлива для энергетических установок. Предложена принципиальная схема получения топливных дисперсных систем на основе угля и жидких органических отходов. Определены технологические характеристики топливных дисперсных систем, полученных с применением отходов спиртовых, биодизельных и нефтеперерабатывающих предприятий

Ключевые слова: органоугольная суспензия, реологические характеристики, глицерин, структурообразование, стеарат натрия, продукты пиролиза, сивушные масла, утилизация отходов.

ABSTRACT

Sadovskiy D. Yu. Formation of the structure of disperse systems based on natural coal and liquid organic media – Manuscript.

Thesis for a candidate degree of sciences in chemistry (PhD) by specialty 02.00.11 – colloid chemistry. – Dumansky Institute of Water and Colloid Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2018.

The Thesis covers the basic physical, chemical and technological aspects of the production of fuels based on natural coal and liquid organic media. The basic objective is to maximize the filling of the dispersing medium with coal particles. Peculiarities of the formation of structures in fuel disperse systems are shown. The dependence of the dispersed fuel rheological properties on the distribution of the coal particle sizes and the nature of the dispersion medium were studied. The main types of rheological curves were presented. These showed the peculiar patterns of the structuring processes in fuel disperse systems. A study was then made of the rheological behavior of organic:coal fuel suspensions based on coals of varying degree of metamorphism (dispersed phase) and lower alcohols (dispersing solvent). It was found that the shear stress and viscosity of the fuel slurries were a function of the physical properties of the alcohols. An increase of the alkyl chain length led to an increase of the shear stress and the viscosity

of the fuel suspensions. A rationalization of the phenomenon indicated that this is a consequence of the dependence of the rheological parameters of the slurries on certain properties of the alcohols: dynamic viscosity, dipole moment and dielectric constant. Alcohols with longer alkyl chains had increased values of dynamic viscosity and dipole moment, and decreased values of dielectric constant. These variations translated to a higher value of the rheological parameters of the alcohol-coal slurry. A study was also made of the influence of different kinds of surface-active species on the rheological characteristics of coal suspensions. It was found that slurries with the best performance were those prepared from nonionic surfactants with sufficiently long aliphatic chains. The reagents had the best thinning and stabilizing effect at concentration values that exceeded the critical concentration for micelle formation. Finally the focus was put on the rheological behavior of coal suspensions of different degree of metamorphism. The systems under study were the slurries of coals dispersed on water:glycerol solutions of varying glycerol content. It was found that either an increase in the viscosity or a reduction of the polarity of the water:glycerol solution resulted in an increase of the shear stress and the viscosity of the coal suspension. It was also established that at higher degrees of coal metamorphism, i.e. the transition from lignite coal to anthracite, suspensions with the same mass content of dispersed phase had lower values of effective viscosity. The experimental research permitted obtaining some disperse systems with adequate properties of fuel for power plants. Thus a general procedure for preparing fuel disperse systems from coal and liquid organic waste was proposed. Some convenient combinations were prepared that were based on coal and wastes from alcohol, biodiesel and refining plants.

Keywords: coal-organic suspension, rheological characteristics, formation of the structure, glycerol, sodium stearate, pyrolysis products, fusel oils, waste disposal.