

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Соколенко Надія Михайлівна

- **УДК 66.011 : 661.185.22**

**ХІМІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ АНІОННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ
РЕЧОВИН НА ОСНОВІ ФЕНОЛУ**

05.17.04 – Технологія продуктів органічного синтезу

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Севєродонецьк–2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Попов Євген Вадимович, Інститут хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, завідувач кафедри екології та технології полімерів

Офіційні опоненти доктор технічних наук, професор
Реутський Віктор Володимирович, Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, м. Львів, професор кафедри технології органічних продуктів

кандидат технічних наук, доцент
Фалалєєва Тетяна Василівна, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків, доцент кафедри органічного синтезу та нанотехнологій

Захист відбудеться «11» березня 2021 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 29.051.08 у Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля Міністерства освіти і науки України за адресою 93406, Луганська обл., м. Северодонецьк, пр. Центральний, 59а, ауд. 227.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля Міністерства освіти і науки України (93400, Луганська обл., м. Северодонецьк, вул. Донецька, 43)

Автореферат розіслано «5» лютого 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої
ради К 29.051.08,
к.т.н, доцент



Кравченко І.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) мають широкий спектр застосування в різних галузях промисловості та побуті. Вони надають змочувальну, емульгуючу, розчинюючу, антистатичну, антисептичну і косметичну дію, змінюють в'язкість рідких середовищ, сприяють утворенню піни і мають ряд інших властивостей. СПАР широко застосовуються у виробництві органічних барвників та пігментів, в якості текстильно-допоміжних речовин, для стабілізації латексів, для зниження гігроскопічності мінеральних добрив, у будівельній індустрії як компоненти пластифікуючих добавок та ін.

Асортимент аніонних багатофункціональних ПАР обмежений, тому вивчення можливості синтезу ПАР з подібними властивостями, пошук сировинної бази для їх отримання становить науково-практичний інтерес. Властивості ПАР, їх поверхнева активність визначаються будовою молекули, наявністю однієї або декількох полярних SO_3H - груп, які дисоціюють у водному розчині з утворенням довголанцюгових аніонів. Гідрофобна частина молекули, зазвичай, представлена алкілароматичними радикалами. Найбільш поширеним методом введення групи SO_3H в органічні сполуки є сульфонування сірчаною кислотою або її похідними. Технологія характеризується значною тривалістю процесу, енерговитратами, утворенням великого об'єму токсичних для навколишнього середовища відходів. Ці фактори обумовлюють пошук і розробку нових, більш ефективних методів введення сульфогрупи в ароматичні сполуки. Найбільш придатною та доступною вітчизняною сировиною для одержання ПАР з диспергуючими та стабілізуючими властивостями є фенол та формальдегід. Проведення реакції сульфометилювання фенолу у водному середовищі дає можливість використання феноловмісних відходів хімічних виробництв, що сприяє зменшенню кількості промислових стічних вод. Використання сульфату натрію в якості сульфуючого агента, замість сірчаної кислоти, дозволяє покращити умови праці на підприємстві, зменшити корозійне навантаження на обладнання, а також уникнути утворення токсичних відходів.

Тому вивчення умов сульфометилювання фенолу у водному середовищі з метою отримання продуктів поліконденсації з широким полімерним складом, які б володіли поверхнево-активними властивостями і створення основ технології одержання диспергатора є актуальним, комплексним науково-технічним завданням. Наявність речовин з такими властивостями значно розширить області практичного застосування уже відомих ПАР, дозволить скоротити використання ПАР з низькою біодеструкцією.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри екології та технології полімерів Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Окремі частини роботи виконано в рамках господарських договорів з підприємствами: ТОВ «Торговий дім «Українські смоли»» (договір № 1/19 від 08.04.2019р.), ПП «Інтергазсинтез» (договір про співпрацю № 2/19 від 02.05.2019р; договір на виконання науково-дослідних робіт № Н-1/2019 від 22.06.2019 р. за темою «Розробка технології поверхнево-активних речовин промислового призначення для виробництва лакофарбних матеріалів»).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи - розробка технології синтезу багатофункціональних ПАР методом сульфометилування фенолу у водному середовищі на базі вітчизняної сировини та пошук шляхів їх практичного використання.

Завдання досліджень:

- визначити вплив основних технологічних параметрів (температури, співвідношення реагентів, часу реакції, дії каталізаторів) на перебіг процесу сульфометилування фенолу у водному середовищі;
- вивчити фізико-хімічні та поверхнево-активні властивості синтезованих продуктів та їх водних розчинів;
- розробити принципову технологічну схему одержання ПАР методом сульфометилування фенолу у водному середовищі;
- на основі вивчення властивостей та випробувань експериментальних зразків ПАР, визначити можливі галузі практичного застосування.

Об'єктом дослідження є технологія одержання багатофункціональної ПАР.

Предметом дослідження є процес сульфометилування фенолу у водному середовищі.

Методи дослідження: продукти реакцій ідентифікували за допомогою вискоєфективної рідинної хроматографії, газо-рідинної хроматографії, тонкошарової хроматографії, гельхроматографії, фотоколориметрії. Дослідження поверхнево-активних властивостей отриманих продуктів проводили методами вивчення стабілізуючої здатності, піноутворення, поверхневого натягу їх водних розчинів. Вивчали диспергуючу здатність та реологічні властивості дисперсних систем.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше синтезовано нові поверхнево-активні речовини методом сульфометилування фенолу у водно-лужному середовищі в присутності міжфазного каталізатора, які одночасно володіють диспергуючими та стабілізуючими властивостями.

Вивчено вплив складу продуктів сульфометилування на поверхнево-активні властивості. Визначено оптимальне співвідношення полімерних

фракцій в отриманих продуктах, при яких вони мають кращі стабілізаційні властивості.

Запропоновано технологію отримання ПАР методами некаталітичного та каталітичного сульфометилування фенолу у водному середовищі.

Практична значимість отриманих результатів. Встановлено оптимальні умови процесу сульфометилування фенолу у водному середовищі, що дозволяють отримати ПАР з властивостями диспергаторів та стабілізаторів водних дисперсій.

Розроблена технологія та принципова технологічна схема отримання диспергатора.

Проведено випробування одержаних на підприємстві ТОВ «Торговий дім «Українські смоли» (м. Рубіжне, Україна) експериментальних зразків аніонних ПАР (Диспергатор СМФ-130, Диспергатор СМФ-90) з позитивними висновками на підприємстві ПП «Інтергазсинтез» (м. Рубіжне, Україна) в якості диспергатора при виготовленні зразків воднодисперсійної фарби, на підприємстві ДП "Хімтекс" (м. Херсон) в якості вирівнювачів забарвлень при фарбуванні целюлозних матеріалів, на підприємстві ПАТ «Компанія «Ельба»» (м. Київ, Україна) в якості пластифікуючих добавок до бетонних сумішей. На підприємстві ТОВ «Торговий дім «Українські смоли» (м. Рубіжне, Україна) прийнято до впровадження результати роботи.

Запропоновано практичні галузі застосування отриманих ПАР: в лакофарбній, текстильній та будівельній промисловості.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі літературних джерел та патентної інформації щодо закономірностей хімічних процесів отримання поверхнево-активних речовин на основі фенолу методом сульфометилування, загальній постановці завдань досліджень, плануванні й особистому виконанні експериментальних досліджень та узагальненні їх результатів. Самостійно виконано експериментальні дослідження реакції сульфометилування фенолу у водному середовищі каталітичним і не каталітичним методом, отримання нових ПАР на основі сульфометильованого фенолу.

Внесок автора у вирішення задач, які виносяться на захист, є основним.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи були представлені і обговорені в матеріалах міжнародних і всеукраїнських конференцій: V Міжнародній науково-практичній конференції «Хімія, Біо- і Нанотехнології, Екологія та Економіка в Харчовій та Косметичній Промисловості» (Харків, 2017); V Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації» (Дніпро, 2017); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми науково-промислового

комплексу регіонів» (Рубіжне, 2018); Conference of Young Scientists at East-West Chemistry Conference (Lviv, 2018); VI Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації» (Дніпро, 2018); V Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів - 2019» (Рубіжне, 2019); X Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна – 2019» (Дніпро, 2019); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів» (Рубіжне, 2020); X Міжнародній науково-технічній конференції «Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості» (Львів, 2020).

Публікації. Основний зміст дисертації відображено у 18 наукових публікаціях з них: 5 статей у наукових фахових виданнях України (з яких 1 – у виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази «Scopus»), 11 тез доповідей – у матеріалах міжнародних та вітчизняних конференцій, 1 – деклараційний патент України на корисну модель, 1 – навчальний посібник.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, основної частини (п'яти розділів), висновків, списку використаних джерел (146 найменувань) та 6 додатків на 13 сторінках. Зміст основної частини викладений на 109 сторінках друкарського тексту, містить 23 рисунки і 12 таблиць. Загальний обсяг дисертації - 139 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, відображено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, відзначено особистий внесок здобувача в наукову працю, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації, в яких відображено основні наукові результати дисертації.

У **першому розділі** виконано огляд науково-технічної літератури і наведено аналіз властивостей та механізму дії поверхнево-активних речовин, а також аналіз технологій одержання водорозчинних ПАР на основі фенолу та формальдегіду різними методами. Визначено перспективні напрямки синтезу водорозчинних ПАР, зокрема методом сульфометилування фенолу у водному середовищі. На основі огляду науково-технічної літератури визначено мету та завдання роботи.

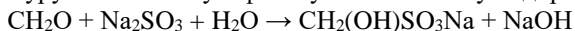
У **другому розділі** наведено характеристики основних та допоміжних речовин, які застосовували для досліджень, а також описані методики проведення реакцій сульфометилування фенолу. Наведено методики визначення складу та властивостей отриманих продуктів реакцій, методики визначення поверхнево-активних властивостей (поверхневого натягу та

критичної концентрації міцелоутворення (ККМ)) їх водних розчинів сталагмометричним методом, методика визначення стабілізуючої здатності зразків по методу Індіго, методика визначення диспергуючої здатності продуктів сульфометилювання фенолу мікроскопічним та седиментаційним методами. Вплив продуктів сульфометилювання фенолу на реологічні властивості суспензій барвників визначали за допомогою ротаційного вискозиметра.

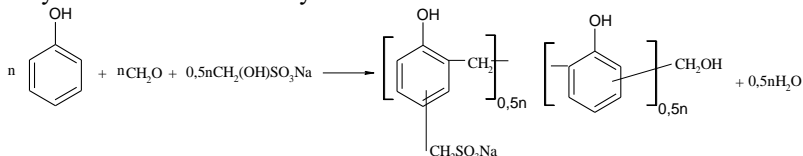
У **третьому розділі** представлено результати експериментальних досліджень реакції сульфометилювання фенолу у водному середовищі каталітичним та некаталітичним методами.

В якості сульфуючого агента обрано сульфід натрію. Синтез проводили у лужному середовищі за рахунок гідроксиду натрію, який утворюється при частковому гідролізі сульфїту натрію.

Продукти взаємодії формальдегіду з гідросульфїтом натрію мають структуру оксиметансульфонату. В загальному виді рівняння має вид:



Схематично рівняння реакції конденсації та сульфометилювання фенолу можна записати наступним чином:



Спочатку досліджено вплив технологічних параметрів (температури, співвідношення реагентів, часу реакції) на перебіг процесу **сульфометилювання фенолу у водному середовищі без каталізатора**, на склад та властивості отриманих речовин.

Показано, що отримані продукти реакцій являють собою суміш різних фракцій: мономерів, низькомолекулярних та високомолекулярних речовин. При вибраному співвідношенні реагентів, активне перетворення мономерів в полімерні речовини починається при температурі 110-120 °С (рис.1). При температурах 140-150 °С відбувається різке збільшення кількості високомолекулярної фракції.

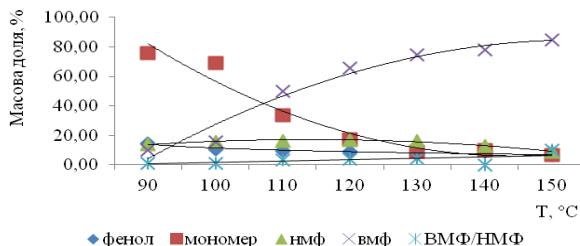


Рис. 1 - Склад продуктів сульфометилювання фенолу, отриманих при різних температурах

Вивчено поверхнево-активні властивості (стабілізуюча здатність, ККМ, поверхневий натяг) продуктів сульфометилювання фенолу, отриманих при різних температурах. Відмічено, що між стабілізуючою здатністю та зміною полімерного складу продуктів синтезу, отриманих при різних температурах, спостерігається певна закономірність. Високою стабілізуючою здатністю ($A = 9,6-9,8 \cdot 10^{-3} \text{ г/дм}^3$) володіють продукти конденсації, які отримано при температурі $130 \text{ }^\circ\text{C}$. Зразки, отримані при температурі $90-100 \text{ }^\circ\text{C}$ і які складаються в основному з мономерів, мають гіршу стабілізуючу здатність ($A = 12,4-15,3 \text{ г/дм}^3$). Спостерігається погіршення стабілізуючої здатності продуктів сульфометилювання при підвищенні температури синтезу вище 130°C по мірі накопичення в їхньому складі значних кількостей високомолекулярних речовин (більше 80%). Таким чином, температура 130°C для проведення сульфометилювання фенолу у водному середовищі є оптимальною.

Вивчено вплив часу процесу сульфометилювання фенолу на полімерний склад продуктів реакції. Встановлено, що по мірі зменшення вмісту мономерів в реакційній масі, проходить накопичення високомолекулярної фракції (ВМФ). Вміст низькомолекулярної фракції (НМФ) спочатку збільшується, а потім, після досягнення найвищого значення (через 40 хвилин), починає зменшуватись (рис. 2). Таким чином можна зробити висновок, що накопичення низькомолекулярної фракції в даних умовах проходить протягом перших 40 хвилин. При подальшому синтезі низькомолекулярна фракція витрачається на утворення високомолекулярних речовин.

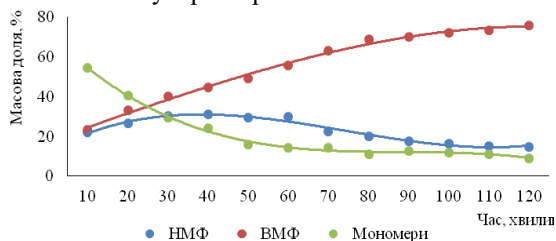


Рис. 2 - Динаміка утворення фракцій при температурі реакції конденсації $130 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом часу

Встановлена залежність поверхнево-активних властивостей продуктів сульфометилювання від їх полімерного складу. Показано, що стабілізаційна здатність продуктів сульфометилювання фенолу залежить від співвідношення ВМФ та НМФ. Кращими стабілізаційними властивостями ($A = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ г/дм}^3$) володіють продукти, отримані через 40 хвилин сульфометилювання. Співвідношення ВМФ/НМФ в їхньому складі знаходиться в інтервалі 1,42-1,5.

Аналогічну залежність поверхнево-активних властивостей продуктів сульфометилювання від співвідношення ВМФ/НМФ встановлено при вивченні зміни критичної концентрації міцелюутворення (ККМ) їх водних

розчинів. Величина ККМ зразків, отриманих в процесі синтезу при 130 °С, знижується і досягає мінімального значення (ККМ=2,1 г/дм³) після 40 хвилин синтезу. Співвідношення ВМФ/НМФ, при цьому, дорівнює 1,42-1,5.

Вивчена здатність синтезованих продуктів сульфометилування фенолу змінювати поверхневий натяг їх водних розчинів у порівнянні з найбільш відомим продуктом - Диспергатором НФ. Доведено, що характер зниження поверхневого натягу у синтезованого нами продукту сульфометилування фенолу при 130 °С аналогічний ізотермі поверхневого натягу Диспергатора НФ, що характерно для високомолекулярних сполук. Така залежність характерна для речовин з невисокою поверхневою активністю, що мають невисоку піноутворюючу здатність.

Вивчено вплив ступеню сульфування в реакції сульфометилування фенолу, на стабілізуючу здатність отриманих зразків та на їх поверхнево активні властивості. Встановлено оптимальне мольне співвідношення сульфід натрію : фенол для реакції сульфометилування, яке складає 0,4-0,5 : 1.

Таким чином встановлено, що продукти сульфометилування фенолу, отримані при температурі 130 °С та мольному співвідношенні фенол(Ф): формальдегід (ФА): сульфід натрію: вода, яке становить 1: (1,25-1,47): 0,4 : (16-20), проявляють поверхнево-активні властивості. Це підтверджується характером зміни поверхневого натягу їх водних розчинів. Залежність поверхневого натягу (σ , дин/см) для отриманого при 130 °С продукту сульфометилування фенолу аналогічна ізотермі поверхневого натягу Диспергатора НФ.

Визначено оптимальне співвідношення високомолекулярної та низькомолекулярної фракцій в складі продукту сульфометилування фенолу (при 130 °С), а саме, ВМФ/НМФ =1,42-1,5, при якому він проявляє найкращу стабілізуючу здатність ($A=6,7-7,4 \cdot 10^{-3}$ г/дм³). Встановлено, що співвідношення ВМФ/НМФ є однією з основних характеристик готового продукту.

Недоліком такої технології є необхідність проведення реакції сульфометилування фенолу при високій температурі (130 °С), що потребує наявності спеціального обладнання для проведення реакцій під тиском. Це утворює складність поточного контролю реакції, додаткові енергетичні витрати, воду на охолодження автоклаву, тощо.

У другій частині третього розділу «Каталітичне сульфометилування фенолу» вивчено вплив каталізаторів на процес сульфометилування фенолу у водному середовищі з метою зниження температури реакції. Досліджено каталітичну активність Неонолу АФ-9-12 (неіоногенна ПАР - емульгатор окситильований ізононілфенол) та Цетилтриметиламоній броміду (ЦТМАБ) (катионоактивна ПАР - четвертинна амонієва сіль). Каталізатор вводили в реакційну масу разом з основними

реагентами. Реакційну масу нагрівали до температури 60 °С та витримували протягом 2 годин, далі піднімали температуру до 90 °С і протягом 8 годин проводили реакцію сульфометилування з одночасною конденсацією.

Динаміку перетворень вихідної речовини в каталізованих реакціях порівнювали з продуктом сульфометилування фенолу, отриманим в аналогічних умовах без каталізатора при температурі 90 °С. (рис.3).

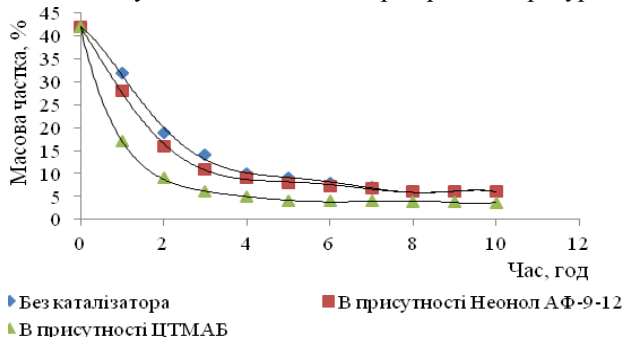


Рис. 3 - Динаміка перетворення фенолу в реакції сульфометилування фенолу в присутності каталізаторів при температурі 90 °С

Встановлено, що зменшення кількості вільного фенолу спостерігається в реакційній суміші, каталізованій ЦТМАБ. При використанні в якості каталізатора Неонол АФ-9-12 швидкість перетворення реагентів суттєво не змінюється, в порівнянні з реакцією сульфометилування без каталізатора. Таким чином Неонол АФ-9-12 суттєво не впливає на реакцію сульфометилування.

Це також підтверджують діаграми динаміки утворення ВМФ та НМФ при порівнянні їх утворення в каталізованих та некаталізованій реакціях (рис. 4,5,6).

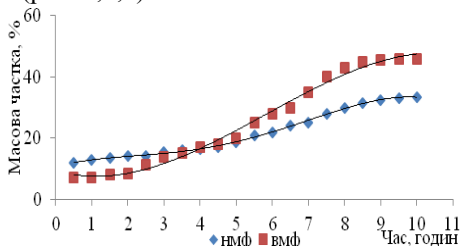


Рис. 4 - Динаміка утворення фракцій (НМФ, ВМФ) без каталізатора при температурі 90 °С

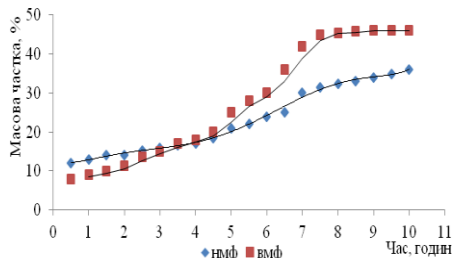


Рис. 5 - Динаміка утворення фракцій (НМФ, ВМФ) при температурі 90 °С в присутності каталізатора Неонол АФ-9-12

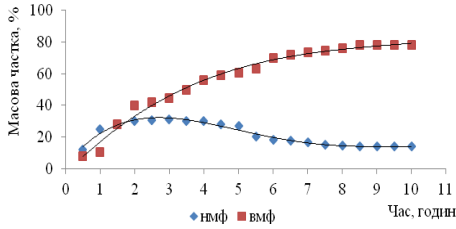


Рис. 6 - Динаміка утворення фракцій (НМФ, ВМФ) при 90 °C в присутності каталізатора ЦТМАБ.

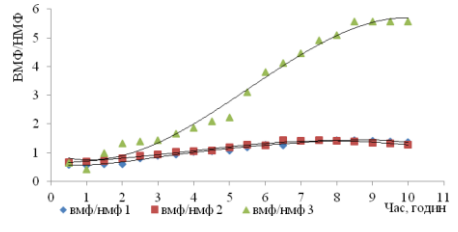


Рис. 7 - Динаміка зміни співвідношення фракцій в процесі сульфометилювання при температурі 90 °C в різних умовах: ВМФ/НМФ 3 – каталізатор ЦТМАБ; ВМФ/НМФ 2 – каталізатор - Неонол АФ-9-12; ВМФ/НМФ 1 – без каталізатора.

Використання в якості каталізатора ЦТМАБ дозволяє отримати продукти реакції з оптимальним складом (ВМФ/НМФ = 1,42-1,5) при температурі 90 °C через 2-3 години (рис. 7). При використанні Неонол АФ-9-12 співвідношення ВМФ/НМФ=1,42-1,5 досягається після 6,5-7,5 годин.

Досліджено поверхнево-активні властивості продуктів каталітичного і некаталітичного сульфометилювання фенолу (рис. 8):

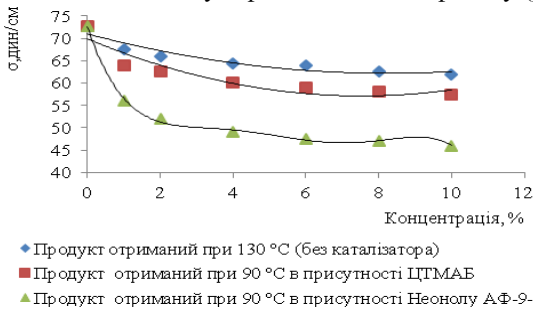


Рис. 8 - Ізотерми поверхневого натягу (σ, дин/см) водних розчинів отриманих продуктів концентрацією від 0 до 10%.

Встановлено, що продукт реакції, каталізований ЦТМАБ, близький за властивостями до отриманого зразка-порівняння (Диспергатор СМФ-130) (зменшує поверхневий натяг води в незначній мірі - до значення 57,5 дин/см ($\sigma_{\text{води}} = 72,8$ дин/см), а продукт реакції, каталізований Неонолом АФ-9-12, зменшує поверхневий натяг до значення 46 дин/см, що характерно для речовин з високою поверхневою активністю, які мають високу піноутворюючу здатність.

Слід зазначити, що для диспергаторів властивість високого піноутворення є негативним фактором. Під час диспергування барвників, стійке піноутворення призводить до підвищення в'язкості системи, що затрудняє рух мелючих тіл та уповільнює процес подрібнення. Тому отримані нами продукти сульфометилювання фенолу досліджено на їх

піноутворюючу та диспергуючу здатність. Встановлено, що стійкість піни зразків, отриманих при температурі 130 °С без каталізатору, та при температурі 90 °С в присутності ЦТМАБ, низька і близька до властивостей Диспергатора НФ. Зразок, отриманий при температурі 90 °С в присутності Неонол АФ-9-12, утворює стійку піну.

Вивчено вплив продуктів сульфометилування фенолу на колоїдно-хімічні властивості дисперсних систем.

Для визначення впливу отриманих продуктів сульфометилування фенолу на процес диспергування, проведено серію диспергувань барвника у порівнянні з Диспергатором НФ (зразок).

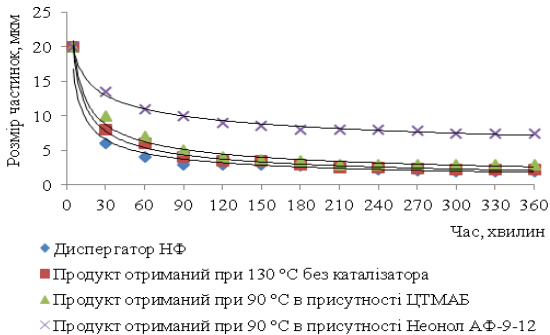


Рис. 9 - Кінетика диспергування барвника в присутності різних диспергаторів.

Встановлено, що криві розподілу частинок барвника, диспергованих промисловим зразком Диспергатора НФ, продуктом сульфометилування фенолу, отриманим при 130 °С без каталізатора, та продуктом сульфометилування фенолу при 90 °С в присутності ЦТМАБ, мають однакову тенденцію: в перші 30-60 хвилин спостерігається активне подрібнення великих частинок (агрегатів) барвника. Протягом наступних 180 хвилин спостерігається уповільнення диспергування з утворенням первинних частинок барвника, а після 300-360 хвилин диспергування розміри частинок не змінюються. Така кінетика диспергування барвника підтверджує можливість використання отриманих нами продуктів сульфометилування фенолу (при 130 °С без каталізатора та каталітичного сульфометилування фенолу при 90 °С в присутності ЦТМАБ) в якості диспергаторів твердих речовин.

Крива розподілу продукту, отриманого при сульфометилуванні фенолу в присутності Неонолу АФ-9-12, свідчить про його неефективну диспергуючу дію - після 60 хвилин диспергування в масі утворюється стійка піна і зменшення розміру частинок барвника далі не проходить.

Ефективність диспергування залежить від багатьох факторів, один із них - в'язкість диспергованої маси. За вимірними значеннями напруги і швидкості зсуву визначали в'язкість дисперсії (рис. 10).

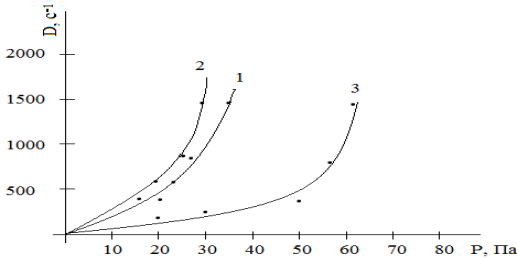


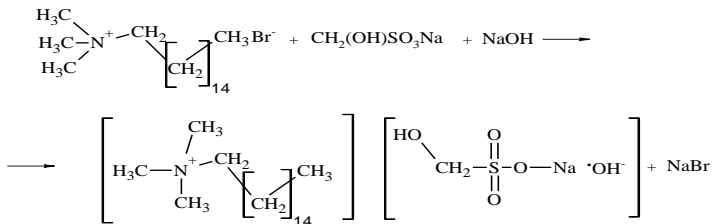
Рис. 10 Залежність в'язкості (D, Па·с) суспензій барвника від диспергатора: 1 – продукт отриманий при температурі 130 °С без каталізатора; 2- продукт отриманий при 90 °С в присутності ЦТМАБ; 3 - продукт отриманий при 90 °С в присутності Неонол АФ-9-12.

Диференційна крива №3 розподілу частинок барвника (рис. 10), свідчить про не ефективну дію диспергатора (в порівнянні з кривими №1, №2). Це пов'язано з тим, що присутність Неонола АФ-9-12 при диспергуванні барвника викликала стійке піноутворення та підвищення в'язкості суспензій. Підвищення в'язкості (структурування системи) затрудняє рух мелючих тіл та уповільнює процес подрібнення.

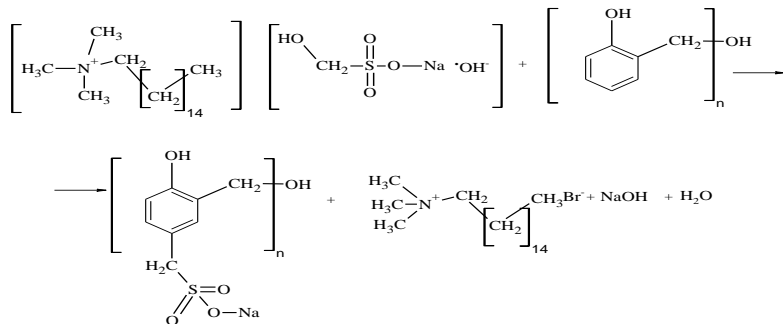
Таким чином, поверхнево-активні властивості продукту, отриманого в присутності ЦТМАБ при температурі 90 °С (Диспергатор СМФ-90), аналогічні властивостям Диспергатора НФ та зразка, отриманого сульфометилуванням фенолу при 130 °С (Диспергатор СМФ-130).

Запропоновано теоретично обґрунтований **механізм дії каталізатора** четвертинної амонієвої солі ЦТМАБ в процесі сульфометилування.

Сульфометилування фенолу, вірогідно, проходить через стадію утворення проміжного комплексу (йонної пари). У водному середовищі ЦТМАБ і оксиметансульфонат приймають участь в обміні аніонами:



В подальшому відбувається перенесення йонної пари з водної фази в органічну:



При проникненні йонної пари із водної фази через кордон розділу в органічну фазу, відбувається реакція між йонною парою (в органічній фазі) і реагентом (фенолом, олігомером) з утворенням продукту реакції (сульфометильованого фенолу) і пари каталізатору (в органічній фазі). В результаті міграції останньої із органічної в водну фазу регенерується міжфазний каталізатор (у водній фазі).

При вивченні впливу каталізаторів на процес сульфометильовання фенолу у водному середовищі було встановлено:

- четвертинна амонієва сіль (ЦТМАБ) каталізує реакцію сульфометильовання фенолу у водному середовищі при 90 °С та дозволяє отримати продукт оптимального полімерного складу (Диспергатор СМФ-90);

- Неонол АФ-9-12 у вивчених умовах проведення реакції каталітичної активності практично не проявляє.

Сформульовані основні хімічні аспекти отримання ПАР (диспергатора).

1. Диспергатор СМФ – продукт сульфометильовання фенолу, можна отримати за двома технологіями: під тиском при температурі 130 °С без каталізатора або у більш м'яких умовах при температурі 90 °С у присутності міжфазного каталізатора (четвертина амонієва сіль: ЦТМАБ);

2. У присутності каталізатора ЦТМАБ прискорення реакції відбувається за рахунок процесу міжфазної дифузії реагентів.

3. Оптимальні параметри процесу сульфометильовання фенолу у водному середовищі:

- спочатку проводять витримку при температурі 60 °С протягом 2 годин, а потім витримка при 90 °С протягом 3 годин. (Отриманий продукт названо Диспергатор СМФ-90);

- мольне співвідношення вихідних компонентів фенол:формальдегід:сульфіт натрію:вода складає 1:1,5:0,5:18;

- кількість каталізатора (ЦТМАБ) складає $18,4 \times 10^{-4}$ моль/л водного розчину.

4. Поверхнево-активні властивості продукту, отриманого в присутності каталізатора ЦТМАБ при температурі 90 °С (Диспергатор СМФ-90), аналогічні властивостям відомого Диспергатора НФ та зразка-порівняння - продукту сульфометильовання фенолу, отриманого при температурі 130 °С (Диспергатор СМФ-130).

В **четвертому розділі** наведено опис технології отримання продукту сульфометильовання фенолу у водному середовищі при температурі 90 °С в присутності каталізатора ЦТМАБ.

На основі лабораторних досліджень, розроблено і запропоновано принципову технологічну схему отримання ПАР (Диспергатор СМФ-90) (рис. 11).

Технологічну схему можна вважати раціональною і екологічно-економічно вигідною з наступних причин:

1. використання міжфазного каталізатора дозволяє значно спростити технологію, тобто зменшити енергоємність процесу і його апаратурне оформлення;

2. температурні режими технології в межах (90-95 °С) дозволяють використовувати в якості теплоносіїв воду і перегріту пару, а в якості холодоагенту - технічну воду;

3. в результаті отримують два цільових продукти зі значним виходом - рідкий водний розчин і порошкоподібний Диспергатор СМФ-90;

4. відходами виробництва є пил після стадії сушки, що є продуктом сульфометилювання фенолу. Ці побічні продукти мають достатню біорозкладність і не завдають шкоди навколишньому середовищу.

5. розрахункова приблизна собівартість продукту складає близько 35 грн/кг.

На підставі проведених досліджень встановлено основні показники якості Диспергатора СМФ-90.

У п'ятому розділі викладено данні по практичному використанню Диспергатора СМФ-90 – продукту сульфометилювання фенолу.

На основі вивчення токсиколого-гігієнічних властивостей, встановлено, що розроблена ПАР, продукт конденсації фенолу, формальдегіду та сульфиту натрію, відноситься до IV класу небезпеки (малонебезпечні речовини).

Проведено випробування отриманого диспергатора з позитивними висновками, а саме: на підприємстві ПП «Інтергазсинтез» (м. Рубіжне) в якості диспергатора, на підприємстві ДП «Хімтекс» (м. Херсон) при колоруванні тканин в якості вирівнювача, на підприємстві ПАТ Компанія «Ельба» (м. Київ) в якості добавок до бетонних сумішей.

Результати дисертаційної роботи використані на підприємстві ТОВ «Торговий дім «Українські смоли»» (м. Рубіжне), при вдосконаленні технологічної схеми шляхом використання в якості сировини стічних вод підприємства, що містять фенол після виробництва феноло-формальдегідних смол

Результати дисертаційної роботи також використані в навчальному процесі в Інституті хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля на кафедрі екології та технології полімерів у якості вихідних матеріалів для дипломного проектування при підготовці бакалаврів та магістрів зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

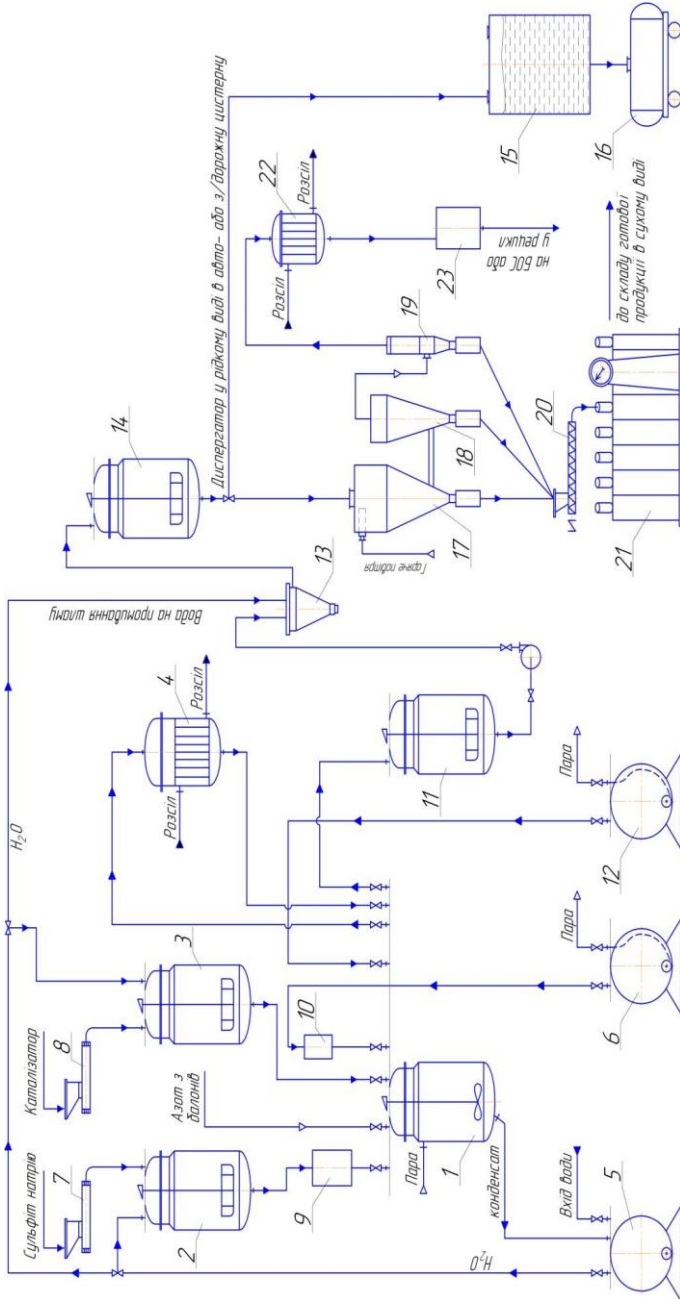


Рис. 11 - 1 – апарат з сорочкою для нагрівання парою та охолодження водою; 2, 3 – апарати для приготування водних розчинів сульфату натрію і катализатора; 4, 22 – конденсатор; 5, 6, 12 – монтежу для води та конденсату, фенолу і формаліну відповідно; 7 – бункер для сульфату натрію, 8 – бункер для катализатора; 9 – мірник для розчину сульфату натрію; 10 – мірник для фенолу; 11 – приймач реакційної маси; 13 – друк-фільтр; 14 – приймач відфільтрованого розчину диспергатора; 15 – ємність для зберігання диспергатора в рідкому стані; 16 – завантажувач в залізничну цистерну для відправлення рідкого диспергатора замовнику; 17 – розпилююча сушарка; 18 – циклон; 19 – рукавний фільтр; 20 – шнековий накопичувач висушеного диспергатора; 21 – фасувальна лінія для розфасування висушеного диспергатора СМФ-90 в дрібну тару, 23 – збірник конденсату.

Висновки:

1. Вперше проведено синтез водорозчинних ПАР в одну стадію некаталітичним та каталітичним методами сульфометилування фенолу.

2. Досліджено вплив різних факторів на реакцію сульфометилування фенолу (температури, мольного співвідношення реагентів, часу) та розроблено основи технології для отримання ПАР з високими стабілізаційними та диспергаційними властивостями, методом сульфометилування фенолу у водному середовищі при температурі 90 °С протягом 3 годин у присутності міжфазного каталізатора четвертинної амонієвої солі цетилтриметиламоній бромід (Диспергатор СМФ-90). Розроблена принципова технологічна схема дозволяє проводити сульфометилування фенолу у водному середовищі каталітичним методом в одну стадію, та отримувати ПАР у рідкому стані або порошковій формі.

3. Встановлено, що основним фактором, який визначає властивості ПАР, є його полімерний склад. Визначено оптимальне співвідношення фракцій у складі продуктів сульфометилування фенолу (ВМФ/НМФ = 1,42-1,5), при якому він проявляє найкращу стабілізуючу здатність ($A=7,4-6,7 \cdot 10^{-3} \text{ г/дм}^3$) та має найнижчу ККМ ($\text{ККМ}=2,1 \text{ г/дм}^3$).

4. Здійснено випуск експериментальних зразків ПАР для дослідницьких випробувань та проведено їх випробування з позитивними висновками на підприємствах: ПП«Інтергазсинтез» (м. Рубіжне), ДП «Хімітекс» (м. Херсон), ПАТ Компанія «Ельба» (м. Київ). Результати дисертаційної роботи використано на підприємстві ТОВ «Торговий дім «Українські смоли»» (м. Рубіжне) для проведення вдосконалення технологічної схеми діючого виробництва фенолоформальдегідних смол.

7. Встановлено, що розроблена ПАР (Диспергатора СМФ-90 і Диспергатора СМФ-130) – продукт конденсації фенолу, формальдегіду та сульфиту натрію, відноситься до IV класу небезпеки (малонебезпечні речовини) та на основі вивчення колоїдно-хімічних властивостей отриманих ПАР та їх випробувань запропоновано можливі галузі їх практичного застосування, а саме:

- в якості диспергатора при подрібненні барвників та пігментів;
- в якості диспергатора та стабілізатора емульсій при виготовленні водоемульсійних, латексних фасадних красок;
- в якості вирівнювачів при колоруванні текстильних виробів;
- в якості стабілізатора, пластифікатора бетонних систем у виробництві будівельних матеріалів.

Основний зміст роботи викладено в публікаціях:

1. Соколенко Н.М. Использование фенольных сточных вод коксохимических производств в технологии пластифицирующих добавок

для бетона / Соколенко Н.М., Попов Е.В., Рубан Э.В., Фастовецкая Е.В. // Вісник СНУ ім. В.Даля. – 2016. – №.5 (229). – С.14–18. *Участь автора полягає в плануванні та виконанні експериментальних досліджень, інтерпретації результатів та підготовці статті.*

2. Sokolenko N. Studying the process of phenol sulfomethylation in the technology of water soluble surfactants / N. Sokolenko, E. Ruban, Ye. Popov // Technology audit and production reserves. – 2019. – № 1/3(45). – P. 27–29. (Міжнародна індексація Index Copernicus). *Участь автора полягає в плануванні та виконанні експериментальних досліджень, інтерпретації результатів та підготовці статті.*

3. Sokolenko N. Study of the toxicological characteristics of water-soluble surface-active substances obtained based on phenol, formaldehyde and sodium sulphite / N. Sokolenko, E. Ruban, V. Ostrovka, O. Moroz, Ye. Popov, H. Sedych // Technology audit and production reserves. – 2020. – № 1/3(51). – P. 44–47. (Міжнародна індексація Index Copernicus). *Участь автора полягає в плануванні експерименту, узагальненні результатів та підготовці статті.*

4. Соколенко Н.М. Вивчення умов процесу конденсації фенолу, формальдегіду та сульфїту натрію в технології водорозчинних поверхнево-активних речовин / Соколенко Н.М., Попов Є.В. // Вісник СНУ ім. В.Даля. – 2019. – №.8 (256). – С.81–85. (Міжнародна індексація Index Copernicus). *Участь автора полягає в плануванні та виконанні експериментальних досліджень, інтерпретації результатів та підготовці статті.*

5. Sokolenko N. Technology of obtaining water-soluble surface-active substances by the method of phenol sulfomethylation / N. Sokolenko, Ye. Popov, K. Fastovetska // Eastern-european journal of enterprise technologies. – 2020. – Vol.4, № 6(106). – P. 45–53 (Міжнародна індексація Scopus). *Участь автора полягає в плануванні та виконанні експериментальних досліджень, інтерпретації результатів та підготовці статті.*

6. Патент України на корисну модель UA124835 (2017), МПК (2018.01) C08G8/00, C08G10/00 - Спосіб одержання диспергатора / Соколенко Н.М., Попов Є.В., Ісак О.Д. // опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8 (2018) – *Особистий внесок автора – патентний пошук, проведення експериментальних досліджень та інтерпретація результатів.*

7. Технологічні основи утилізації та рекуперації твердих промислових та побутових відходів: навчальний посібник (для студентів напряму 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища») / Рубан Е.В., Островка М.В., Куцька Н.Б., Соколенко Н.М., Будрик О.І. ; під загал. ред. проф. Попова Є.В. — Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2018. — 312 с. *Участь автора полягає у вивченні можливості використання феноламїсних стїчних вод у виробництві, обробленні та узагальненні результатів досліджень.*

8. Соколенко Н.М. Безвідходні технології диспергаторів-суперпластифікаторів на основі відходів коксування вугілля / Соколенко Н.М., Попов Є.В. // Збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції «Хімія, Біо- і Нанотехнології, Екологія та Економіка в Харчовій та Косметичній Промисловості»: Тез. доповід., 17-18 жовтня 2017-го. – Харків: НТУ «ХПІ», 2017. – С. 201-203. *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

9. Соколенко Н.М. Використання відходів коксування вугілля для синтезу поверхнево-активних речовин / Соколенко Н.М., Островка Я.В., Попов Є.В. // Матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації»: Тез. доповід., 28-29 листопада 2017. – Дніпро: ДонНУ, 2017. – Том 10. – С. 105–106. *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

10. Соколенко Н.М. Утилізація відходів суміші динітроантрахінонів в синтезі барвника сірчистого коричневого Ч з використанням диспергатору ФС / Соколенко Н.М., Мороз О.В., Попов Є.В. // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів»: Тез. доповід., 23-27 квітня 2018-го. – Рубіжне: видавець О. Зень, 2018. – С. 132-134 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

11. Sokolenko N. Technology of plasticizing additives for concrete using phenolic wastewater of coke chemical plants / Sokolenko N., Popov E.V // Book of Abstracts Conference of Y young plants Scientists at East-West Chemistry Conference: Abstracts of the report, 10-11 October 2018. – Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2018. – P. 69. *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

12. Бакшеева Н.В. Изучение методов сульфометилирования фенола для безотходной технологии получения анионоактивных ПАВ / Бакшеева Н.В., Соколенко Н.М., Попов Є.В. // Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації»: Тез. доповід., 15-16 листопада 2018-го. - Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – Т.10. – С. 128-130 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

13. Соколенко Н.М. Використання забруднених фенолом стічних вод у виробництві поверхнево-активних речовин / Соколенко Н.М., Попов Є.В. // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів - 2019»: Тез. доповід., 22-26 квітня 2019-го. – Рубіжне: видавець О. Зень, 2019. – С. 92-94 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

14. Чернікова В. А. Пластифікуючі добавки для бетонів на основі феноло-формальдегідної смоли / Чернікова В. А., Соколенко Н.М. //

Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів – 2019»: Тез. доповід., 22-26 квітня 2019-го. – Рубіжне: видавець О. Зень, 2019. – С. 28-30 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

15. Соколенко Н.М. Вивчення технології отримання нових водорозчинних поверхнево-активних речовин на основі фенолу та формальдегіду у водному середовищі з використанням відходів виробництва / Соколенко Н.М., Попов Є.В. // Матеріали X Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна – 2019»: Тез. доповід., 25 – 26 квітня 2019-го. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. – Т.10. – С. 133-134 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

16. Малий А. Розширювач для виробництва свинцевих акумуляторів / Малий А., Соколенко Н.М // Матеріали VI Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів»: Тез. доповід., 13-17 квітня 2020-го. – Рубіжне: видавець О. Зень, 2020. – С. 43-44 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

17. Стегайлов І.О Розробка технології суперпластифікатора бетонних сумішей на основі відходів коксохімічних виробництв/ Стегайлов І.О., Соколенко Н.М. // Матеріали VI Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів»: Тез. доповід., 13-17 квітня 2020-го. – Рубіжне: видавець О. Зень, 2020. – С. 83-84 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

18. Соколенко Н.М. Дослідження процесу синтезу аніоноактивних СПАР методом непрямого сульфування фенолу із нафтогазової сировини / Соколенко Н. М., Островка В. І., Попов Є. В. // Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Поступ в нафто газопереробній та нафтохімічній промисловості»: Тез. доповід., 18–23 травня 2020-го. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2020. – С. 283-285 *Участь автора полягає в обробленні і узагальненні результатів досліджень.*

АНОТАЦІЯ

Соколенко Н.М. Хімія та технологія аніонних поверхнево-активних речовин на основі фенолу. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.04 - технологія продуктів органічного синтезу –

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Северодонецьк, 2021.

Дисертаційна робота присвячена вивченню реакції сульфометилювання фенолу та розробленню придатної для промислової реалізації технології ПАР, за властивостями подібних відомим аніонним багатофункціональним ПАР. Це дозволить розширити невеликий діючий асортимент відомих вітчизняних диспергаторів.

Визначено оптимальні параметри процесу: мольне співвідношення вихідних компонентів фенол:формальдегід:сульфіт натрію:вода дорівнює 1:1,5:0,5:18. Кількість каталізатора (ЦТМАБ) 2ККМ водного розчину, що складає $1,84 \cdot 10^{-3}$ моль/л. На першому етапі при температурі 60 °С проводять витримку протягом 2 годин, потім реакційну масу витримують при температурі 90 °С протягом 3 годин.

Розроблена технологія та запропонована принципова технологічна схема, що дозволяє отримати ПАР двох видів: порошок коричневого кольору (Диспергатор СМФ-90) і водний розчин.

Показано, що за рахунок використання міжфазного каталізатору, наприклад, цетилтриметиламоній броміду, температуру сульфометилювання можна зменшити до 90°С.

Наведено результати вивчення поверхнево-активних властивостей продуктів синтезу, які доводять, що отримані продукти є багатофункціональними аніонними ПАР. Досліджено токсиколого-гігієнічні характеристики синтезованих ПАР. Запропонована сфера використання продуктів сульфометилювання фенолу у промисловості: в якості диспергатора при подрібненні барвників та пігментів; в якості диспергатора та стабілізатора емульсій при виготовленні водоемульсійних, латексних фасадних фарб; в якості вирівнювачів при колорванні текстильних виробів; в якості стабілізатора, пластифікатора бетонних сумішей у виробництві будівельних матеріалів.

Ключові слова: технологія, фенол, формальдегід, сульфат натрію, цетилтриметиламоній бромід, сульфометилювання, міжфазний катализ, диспергатор, поверхнево-активна речовина.

АННОТАЦИЯ

Соколенко Н.М. Химия и технология анионных поверхностно-активных веществ на основе фенола. - Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.04 - технология продуктов органического синтеза - Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, Северодонецк, 2021.

Диссертационная работа посвящена изучению реакции сульфометилирования фенола и разработке пригодной для промышленной реализации технологии ПАВ, по свойствам подобных известным анионным многофункциональным ПАВ. Это позволит расширить небольшой действующий ассортимент известных отечественных диспергаторов.

Определены оптимальные параметры процесса: мольное соотношение исходных компонентов фенол: формальдегид: сульфит натрия: вода равные 1: 1,5: 0,5: 18; Количество катализатора (ЦТМАБ) 2ККМ водного раствора равное $1,84 \cdot 10^{-3}$ моль/л. На первом этапе при температуре 60 °С проводят выдержку в течение 2 часов, затем выдерживают реакционную массу при температуре 90 °С в течение 3 часов.

Разработана технология и предложена принципиальная технологическая схема, которая позволяет получить ПАВ двух видов: порошок коричневого цвета (Диспергатор СМФ-90) и водный раствор.

Показано, что за счет использования межфазного катализатора, например, цетилтриметиламмоний бромида, температуру реакции сульфометилирования фенола можно снизить до 90 °С.

Приведены результаты изучения поверхностно-активных свойств продуктов синтеза, которые доказывают, что полученные продукты являются многофункциональными анионными ПАВ. Изучена токсиколого-гигиенические характеристики синтезированных ПАВ. Предложена сфера использования продуктов сульфометилирования фенола в промышленности: в качестве диспергатора при измельчении красителей и пигментов, в качестве диспергатора и стабилизатора эмульсий при изготовлении водоэмульсионных, латексных фасадных красок; в качестве выпрямителей при крашении текстильных изделий; в качестве стабилизатора, пластификатора бетонных смесей в производстве строительных материалов.

Ключевые слова: технология, фенол, формальдегид, сульфит натрия, цетилтриметиламмоний бромид, сульфометилирование, межфазный катализ, диспергатор, поверхностно-активное вещество.

ABSTRACT

Sokolenko N. Chemistry and technology of anionic surfactants based on phenol. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialty 05.17.04 - technology of products of organic synthesis - Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk, 2021.

The dissertation is devoted to the study of the reaction of sulfomethylation of phenol and the development of a surfactant technology suitable for industrial

realization, according to the properties similar to the known anionic multifunctional surfactants. This will expand a small range of known domestic dispersants.

The analysis of literature sources concerning methods of obtaining water-soluble substances on the basis of phenol and formaldehyde condensation products is carried out.

Based on the analysis of literature sources, the main research ideas are proposed, the purpose and objectives of the work are formulated.

The possibility of accelerating the sulfomethylation reaction of phenol at low temperatures by catalysis was studied. To study the effect of catalysts on the process of sulfomethylation of phenol in an aqueous medium used nonionic surfactant - emulsifier oxyethylated isononylphenol ("Neonol AF-9-12") and cationic surfactant - Quaternary ammonium salt of cetyltrimethylammonium bromide (CTMA). Good catalytic activity of CTMAB is shown.

The optimal process parameters are determined: the molar ratio of the starting components phenol: formaldehyde: sodium sulfite: water is equal to 1: 1.5: 0.5: 18; The amount of catalyst (CTMAB) 2KKM aqueous solution equal to $1.84 \cdot 10^{-3}$ mol/l. In the first stage at a temperature of 60 ° C hold for 2 hours, then the reaction mass is kept at 90 ° C for 3 hours.

It is shown that one of the main characteristics of the finished product is the polymer composition - the ratio of high molecular weight (HMW) and low molecular weight (LMW) fractions. The optimal value of the ratio of HMW/LMW, equal to 1.4-1.5 at which the obtained surfactants on the surface-active properties are close to the anionic Dispersant NF.

The technology is developed and the basic technological scheme is offered, which allows to obtain two types of surfactants: brown powder (Disperser SMF-90) and aqueous solution.

It is shown that by using an interfacial catalyst, such as cetyltrimethylammonium bromide, the sulfomethylation temperature can be reduced to 90 °C.

The results of studying the surface-active properties of the synthesis products are presented, which prove that the obtained products are multifunctional anionic surfactants. Toxicological and hygienic characteristics of synthesized surfactants were studied. The field of application of phenol sulfomethylation products in industry is proposed: as a dispersant in grinding dyes and pigments; as a dispersant and stabilizer of emulsions in the manufacture of water-emulsion, latex facade paints; as equalizers at dyeing of textile products; as a stabilizer, plasticizer of concrete mixes in the production of building materials.

Key words: technology, phenol, formaldehyde, sodium sulfite, cetyltrimethylammonium bromide, sulfomethylation, interfacial catalysis, dispersant, surfactant.

Підписано до друку ____ .2020 р.
Формат 60x90/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Друк – різнографія. Умов. друк. арк. 1,2. Обл.-видав. арк. 0,9.
Наклад 100 прим. Зам. № 21
Надруковано у видавництві
Східноукраїнського національного університету імені Володимира
Даля
Свідоцтво про державну реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.2003 р.
просп. Центральний 59-А, м. Сєвєродонецьк, 93400, Україна
E-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com