

Субтельний Р.О., Баліцький І.Г., Спіра В.О., Журавський Є.В., Кічура Д.Б.

## СУСПЕНЗІЙНА ОЛІГОМЕРИЗАЦІЯ ФРАКЦІЇ С9 ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ НАФТОПЕРЕРОБКИ З ВИКОРИСТАННЯМ N1, N1-ДИ (ТРЕТ-БУТИЛПЕРОКСИМЕТИЛ) -4- (ТРЕТ-БУТИЛПЕРОКСИ) АНІЛІНУ

*У статті досліджено отримання вуглеводневих смол С9 методом суспензійної олігомеризації побічних продуктів нафтопереробки. Традиційні технології, засновані на вільнорадикальній олігомеризації, мають недоліки, зокрема високу температуру процесу, тривалу реакцію та темний колір кінцевого продукту, що обмежує його застосування у лакофарбових матеріалах. Запропоновано технологію суспензійної олігомеризації у водному середовищі за низьких температур та інтенсивного перемішування. Реакційна суміш містить воду як дисперсійне середовище, вуглеводневу фракцію С9, амінопероксидний ініціатор та стабілізатор суспензії. Як ініціатор використано N-заміщений амінопероксид – N1,N1-ди(трет-бутилпероксиметил)-4-(трет-бутилперокси)анілін, що забезпечує реакцію за низьких температур. Досліджено модельні суміші, що імітують фракції С9 побічних продуктів піролізу дизельного палива і бензину, з вмістом ненасичених сполук 53,0 % і 50,0 %, відповідно. Температура реакції (313–353 К) і концентрація ініціатора (0,032–0,096 моль/л) не мають суттєвого впливу на вихід смол. Оптимальні умови: температура – 333 К, концентрація ініціатора – 0,064 моль/л, інтенсивність перемішування  $Re = 10120$ , вміст дисперсної фази – 25 % об. Тривалість реакції для фракції дизельного палива – 90 хв, вихід – 21,2 %, для фракції бензину – 180 хв, вихід – 26,8 %. За цих умов отримано світлі вуглеводневі смоли (20–30 мг 12/100 мл) з температурою розм'якшення 351–353 К і молекулярною масою 525–540. Суспензійна олігомеризація з амінопероксидним ініціатором дає змогу проводити процес за невисоких температур (303–353 К) та короткого часу (90–180 хв). Це дозволяє ефективно відводити надлишкове тепло, підтримувати ізотермічні умови, запобігати побічним реакціям окиснення та потемнінню продукту. Отримані результати дозволяють вдосконалити процес олігомеризації вуглеводневих фракцій та отримати світлі смоли з покращеними характеристиками, що сприятиме зниженню енерговитрат у виробництві.*

**Ключові слова:** фракція С9, олігомеризація, суспензія, амінопероксид, вихід, вуглеводнева смола.

### Актуальність дослідження.

Раціональне використання побічних продуктів нафтопереробки, зокрема фракції С9 продуктів піролізу дизельного палива і бензину, сприяє підвищенню економічної ефективності нафтохімічного виробництва та зменшенню відходів. Це дозволяє оптимізувати утилізацію побічних продуктів та отримувати доступні альтернативи дорогим природним матеріалам у лакофарбових матеріалах.

### Постановка проблеми.

Сучасні методи синтезу вуглеводневих смол на базі фракції С9 мають певні недоліки: висока температура процесу (453–493 К), тривалість реакції (6–12 год) у випадку ініційованої та термічної олігомеризації, а також необхідність додаткового промивання каталізатора та високий колірний показник кінцевого продукту у каталітичному методі. Окрім цього, виділення цільового продукту з олігомеризату, який є сумішшю смоли та непрореагованих вуглеводнів, потребує значних енергетичних витрат.

### Теоретичний аналіз дослідження.

Побічні продукти піролізу в процесі виробництва етилену включають широкий спектр вуглеводнів, серед яких аліфатичні, циклічні, ароматичні та вінілароматичні сполуки [1]. У процесі їх фракціонування отримують фракцію С9, яка виділяється при температурах 423–473 К. Ця фракція містить значну частку вінілароматичних вуглеводнів (приблизно 60%мас.) і використовується для синтезу олігомерів, відомих як нафтополімерні або вуглеводневі смоли. Такі матеріали є економічно вигідними синтетичними аналогами природних сполук, зокрема рослинних олій, камфори, альбуміну, а також фенол-формальдегідних та інден-кумаронових смол. Основні сфери застосування цих продуктів включають виробництво лакофарбових матеріалів, антикорозійних покриттів і модифікацію бітуму.

У промисловості вуглеводневі смоли одержують також; вільно-радикальною олігомеризацією вуглеводневих фракцій, за якої ініціатори розчинні у вуглеводневій сировині. Як ініціатори процесу можуть застосовуватись: ацилперокси, гідроперокси, термостабільні алкілперокси, аміноперокси і кремній-органічні перокси. Технологічними особливостями процесу є тривале проведення реакції олігомеризації (6–8 год) при високій температурі (453–473 К). Складним також є виділення продукту атмосферною та вакуумною дистіляцією [2]. Каталізаторами йонної олігомеризації вуглеводневих фракцій виступають сполуки з електрофільними властивостями кислотного характеру [3].

У дослідженнях [4, 5] розглядалася ініційована олігомеризація С9-фракції при температурах 393–493 К з використанням N-заміщених ароматичних і циклічних амінопероксидів. Встановлено, що підвищення температури позитивно впливає на вихід кінцевого продукту, який є коолігомером стирену та циклопентадієну.

Для зниження енерговитрат і покращення колірного показника вуглеводневих смол було запропоновано метод низькотемпературної суспензійної олігомеризації при 303–353 К. Вуглеводневі смоли, отримані цим методом із С9-фракції, характеризуються вузьким молекулярно-масовим розподілом і світлим кольором.

Олігомеризація вуглеводневої суміші, диспергованої у водному середовищі, дозволяє знизити температуру й тривалість процесу порівняно з промисловими методами. Порційне введення ініціатора має мінімальний вплив на перебіг реакції, що є перевагою перед технологією ініційованої олігомеризації [6, 7].

Оптимальними ініціаторами для низькотемпературної суспензійної олігомеризації вуглеводневих сумішей є низькотемпературні нітрогенвмісні пероксиди, зокрема амінопероксиди. Запровадження аміногрупи в структуру алкілпероксиду знижує його термічну стабільність за рахунок перерозподілу електронної густини між атомами кисню в пероксидній групі, що відбувається завдяки неподіленій парі електронів атома азоту. Це сприяє ефективнішій олігомеризації за нижчих температур, що дозволяє зменшити енергоспоживання та покращити якість кінцевого продукту [8].

#### **Мета роботи.**

Дослідження впливу складу реакційної суміші та умов суспензійної олігомеризації фракції С9 на вихід і фізико-хімічні властивості вуглеводневих смол.

#### **Задачі дослідження.**

Встановити оптимальні умови суспензійної олігомеризації побічних продуктів нафтопереробки ініційовану амінопероксидним ініціатором.

#### **Матеріали та методи досліджень**

Як сировину використовували модельні суміші, що імітують склад фракцій С9:

Модельна суміш 1 – імітує склад фракції С9 РПП дизельного палива, має масову частку ненасичених вуглеводнів 53,0 % та густину 902 кг/м<sup>3</sup>. Бромне число становить 71,0 г Br<sub>2</sub>/100 г, що свідчить про високий ступінь ненасиченості. Основними компонентами цієї суміші є стирен (30,0 %), дициклопентадієн (23,0 %) та ксилен нафтовий (48,0 %).

Модельна суміш 2 – імітує склад фракції С9 РПП бензину, містить 50,0 % ненасичених вуглеводнів, має густину 894 кг/м<sup>3</sup> та бромне число 67,8 г Br<sub>2</sub>/100 г. До її складу входять стирен (44,0 %), дициклопентадієн (6,0 %) і ксилен нафтовий (50,0 %).

Склад реакційної суміші для суспензійної олігомеризації:

- дисперсна фаза – вуглеводнева фракція (модельна суміш),
- дисперсійне середовище – вода,
- ініціатор розчинний у дисперсійній фазі – амінопероксид,
- стабілізатор суспензії – полівініловий спирт.

У тригорлу колбу, оснащену роторною мішалкою, крапельною лійкою, термометром і зворотним холодильником, послідовно завантажували вуглеводневу фракцію (модельну суміш) із розчиненням у ній ініціатором, а також воду з розчиненим стабілізатором суспензії. Реакційну суміш інтенсивно диспергували та перемішували, одночасно нагріваючи до заданої температури. Після завершення реакції отриману суспензію розділяли на органічну та водну фази. З органічної фази виділяли вуглеводневу смолу шляхом центрифугування (4000 об/хв), після чого її досушували до постійної маси в сушильній шафі (323–343 К). Рідка фаза, що залишалася після центрифугування, містила воду та олігомеризат — розчин вуглеводневої смоли в непрореагованих вуглеводнях фракції С9. Видалення непрореагованих вуглеводнів здійснювали вакуумною дистиляцією олігомеризату (тиск – 3 гПа, температура – 453 К). У результаті в кубі отримували вуглеводневу смолу, яку об'єднували зі смолою після центрифугування, визначаючи її вихід та характеристики.

Вихід вуглеводневої смоли визначали у перерахунку на усю вуглеводневу фракцію. Молекулярну масу визначали криоскопічним методом у розчиннику (бензені). Колір олігомеру визначали відповідно до ДСТУ 4630–1:2015 за йодометричною шкалою (IMS). Температуру розм'якшення визначали методом кільця і кулі відповідно до ДСТУ EN 1427:201X.

Для ініціювання олігомеризації вуглеводневої фракції С9 використовували N-заміщений амінопероксид N1,N1-ди(*трет*-бутилпероксиметил)-4-(*трет*-бутилперокси)анілін. Синтез амінопероксидного ініціатора здійснювали відповідно до реакції, показаної на рис. 1.

0,05 моль п-хлораніліну розчиняли у 20 мл бензену. До утвореного розчину поступово, впродовж 3 годин, при постійному перемішуванні додавали 0,12 моль *трет*-бутилпероксиметанолу, підтримуючи температуру реакційної суміші в межах 268–273 К. Після завершення додавання, суміш перемішували ще 2 години. До отриманої реакційної суміші впродовж 2 годин при температурі 313 К додавали 0,05 моль 30%-го водного розчину калієвої солі *трет*-бутилгідропероксиду. Суміш перемішували ще 3 години. Реакційну суміш розділяли у ділильній лійці, відокремлюючи верхній шар, який містив амінопероксид. Для усунення непрореагованих вихідних речовин отриманий продукт послідовно промивали 25%-м водним розчином етилового спирту, 10%-м розчином аміаку та дистильованою водою. Промитий розчин висушували над прожареним сульфатом магнію, після чого бензен відганяли у вакуумі. Одержаний продукт – масляниста рідина з червоним відтінком, добре розчинна в органічних розчинниках.

Амінопероксид отримано з виходом 85,4 % мас. Вміст активного кисню становить 12,10 % (теоретично – 12,45 %), карбону – 62,20 % (62,31 %), гідрогену – 8,79 % (9,15 %), нітрогену – 3,58 % (3,63 %). Показник заломлення *n*<sub>D20</sub> – 1,4970.

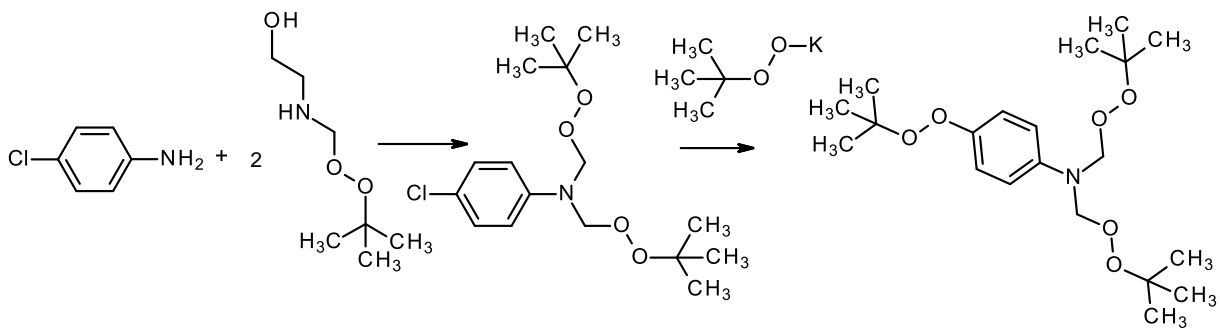


Рисунок 1 – Схема синтезу N1,N1-ди(*трет*-бутилпероксиметил)-4-(*трет*-бутилперокси)аніліну

Аналіз ПМР-спектра вказує на наявність наступних сигналів: Сигнал  $\text{CH}_3$ -групи спостерігається при 1,17 м.ч. (інтенсивність 57,30),  $\text{CH}_2$ -групи – при 4,73 м.ч. (інтенсивність 12,73),  $\text{NH}$ -групи – при 4,86 м.ч. (інтенсивність 0,13). Ароматичні протони дають сигнали в діапазоні 6,62–6,75 м.ч. з інтегралами 2,37–2,42.

Термогравіметричний і диференційно-термічний аналізи були використані для аналізу термолізу амінопероксиду. Термоліз відбувається у дві стадії:

– перша стадія (температурний інтервал 303–392 К): втрата маси – 48,60 %, енергія активації – 30 кДж/моль.

– друга стадія (температурний інтервал 393–450 К): втрата маси – 4,40 %, енергія активації – 66 кДж/моль.

Низькотемпературну суспензійну олігомеризацію вуглеводневих фракцій ініційовану N-заміщеним амінопероксидом, досліджували в присутності стабілізатора суспензії – полівінілового спирту (0,2% у перерахунку на дисперсійне середовище) у таких діапазонах змінних:

– Температура реакції – 313–353 К

– Інтенсивність перемішування –  $Re=2290-13450$

– Тривалість реакції – 30–240 хв

– Концентрація ініціатора – 0,032–0,096 моль/л (1,35–4,04 % мас.) (у перерахунку на дисперсну фазу)

– Об'ємне співвідношення [дисперсна фаза]:[дисперсійне середовище] – [1:1] – [1:4].

#### Результати досліджень.

У суспензійній полімеризації ключовими параметрами є співвідношення [дисперсної фази] до [дисперсійного середовища] та інтенсивність їх перемішування. Оптимізація цих параметрів забезпечує рівномірний розподіл частинок мономера в об'ємі реакційної системи, сприяє покращенню тепломасообміну та полегшує контроль температурного режиму. Інтенсивне перемішування запобігає агломерації частинок мономера, що сприяє отриманню однорідного продукту.

Дослідження впливу вмісту фракції С9 у реакційній суміші на перебіг олігомеризації у суспензії здійснювався при різних співвідношеннях дисперсної фази до дисперсійного середовища. Досліджені об'ємні співвідношення [1:1], [1:2], [1:3] і [1:4] відповідали вмісту фракції С9 на рівні 50 %об., 33 %об., 25 %об. та 20 %об. відповідно.

Зменшення вмісту вуглеводневої фракції, і відповідно, збільшення вмісту дисперсійного середовища (води), сприяє перебігу олігомеризації в суспензії. Це підтверджується зростанням виходу продукту від 16,1 % (вміст дисперсної фази 50 %об.) до 26,2 % (вміст дисперсної фази 20 %об.). Значення виходу суттєво не відрізняються при 25 і 33 %об. дисперсної фази – 22,5 і 21,0 %, відповідно. Технологічно важливо мінімізувати використання дисперсійного середовища для зменшення обсягу стічних вод. З огляду на це за оптимальне значення приймаємо вміст дисперсної фази – 33 %об.

Результати експериментальних досліджень наведено на рис. 2.

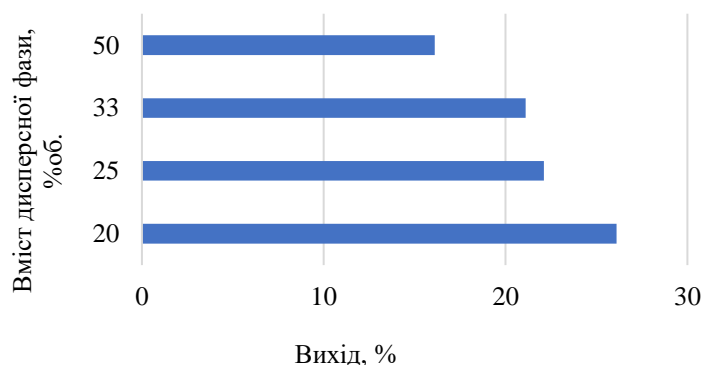


Рисунок 2 – Вплив інтенсивності перемішування (критерій Рейнольдса) на вихід вуглеводневих смол С9 (фракція С9 РПП дизельного палива (МС 2), температура – 333 К, тривалість реакції – 180 хв, концентрація ініціатора – 0,064 моль/л,  $Re = 10120$ ).

Враховуючи вміст смолоутворювальних компонентів у модельній суміші, конверсія їх у дослідженому діапазоні становить 43,3 – 70,1 %.

Вплив інтенсивності перемішування в діапазоні значень критерію Рейнольдса 2290–13450 наведено на рис. 3.

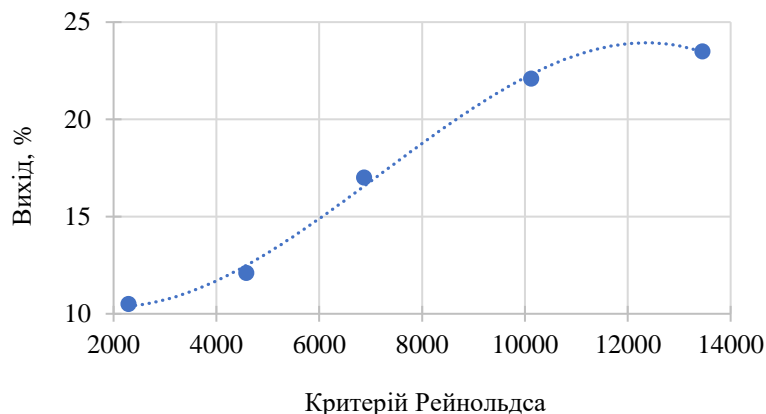


Рисунок 3 – Вплив інтенсивності перемішування (критерій Рейнольдса) на вихід вуглеводневих смол С9 (фракція С9 РПП дизельного палива (МС 2), температура – 333 К, тривалість реакції – 180 хв, концентрація ініціатора – 0,064 моль/л, вміст дисперсної фази – 25% об.).

У турбулентному режимі спостерігається суттєве зростання виходу олігомерів. Проте подальше підвищення інтенсивності змішування в діапазоні  $Re = 10120 - 13450$  не спричиняє подальшого збільшення виходу вуглеводневих смол. Це може бути пов'язано зі зниженням концентрації реагентів у реакційній зоні та надмірною дисперсією частинок, що впливає на ефективність процесу. Враховуючи ці фактори, подальші експериментальні дослідження проводилися за інтенсивності перемішування  $Re = 10120$ . Конверсія смолоутворювальних вуглеводнів у дослідженому діапазоні становить 28,2 – 63,2 %.

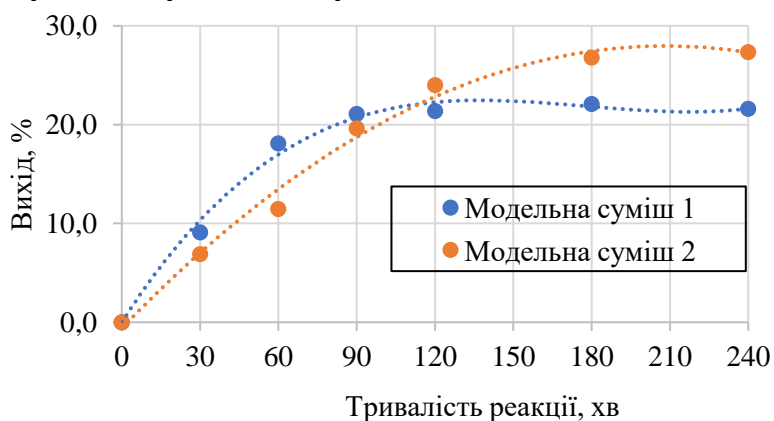


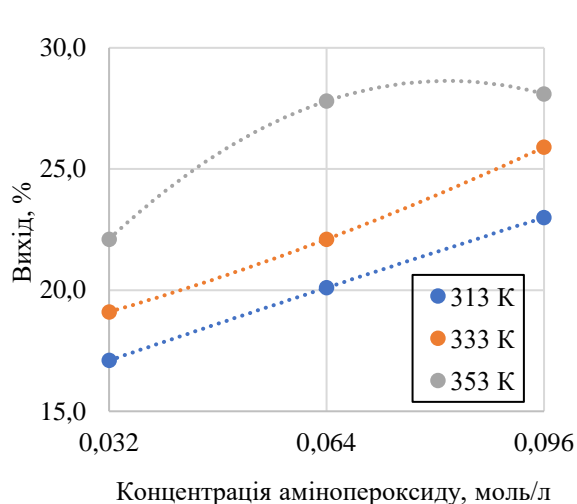
Рисунок 4 – Вплив тривалості реакції на вихід вуглеводневих смол С9 (температура – 333 К, концентрація ініціатора – 0,064 моль/л, вміст дисперсної фази – 25% об.,  $Re = 10120$ ).

Олігомеризація суспензії характеризується швидким зростанням виходу продукту (21,2 %) впродовж перших 90 хвилин синтезу (модельна суміш 1). Однак, із подальшим перебігом процесу швидкість приросту виходу олігомерів знижується. Продовження тривалості олігомеризації суспензії понад 180 хв. є недоцільним, оскільки це не впливає на вихід і бромне число олігомерів. Такий характер кривих залежностей виходу продукту від часу реакції є типовою для блочної та суспензійної полімеризації [9].

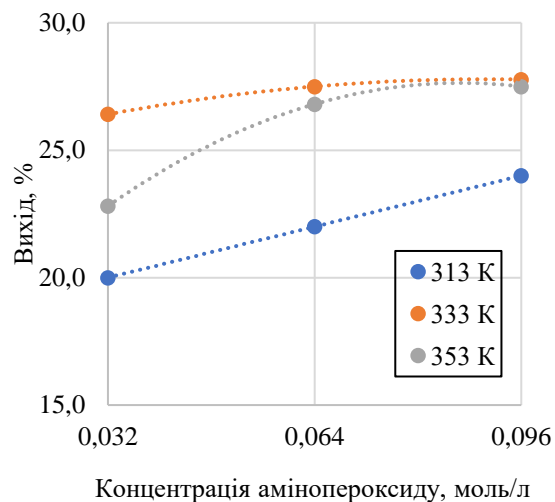
Вплив температури реакції та концентрації амінопероксидного ініціатора на вихід вуглеводневих смол показано на рис. 5.

Концентрація амінопероксидного ініціатора незначно впливає на вихід продукту. Так, підвищення концентрації амінопероксиду від 0,032 до 0,096 моль/л забезпечує приріст виходу на 5,9 – 6,8 % (модельна суміш 1) і 1,4 – 4,7 % (модельна суміш 2).

Показник кольору синтезованих олігомерів у досліджених інтервалах параметрів реакції змінювався незначно і становив 20–30 мг І<sub>2</sub>/100 мл (за йодометричною шкалою). Молекулярна маса вуглеводневих смол становить 510–540, температура розм'якшення – у межах 350–361 К. Колір вуглеводневих смол практично не змінюється зі збільшенням тривалості і температури реакції.



а) модельна суміш 1



б) модельна суміш 2

Рисунок 5 – Вплив температури реакції та концентрації амінопероксидного ініціатора на вихід вуглеводневих смол С9 (вміст дисперсної фази – 25% об.,  $Re = 10120$ , тривалість реакції – 180 хв).

На основі експериментальних досліджень визначено оптимальні умови олігомеризації суспензії фракції С9 із використанням N1,N1-ди(*трет*-бутилпероксиметил)-4-(*трет*-бутилперокси)аніліне: температура – 333 К, концентрація ініціатора – 0,064 моль/л, інтенсивність перемішування  $Re = 10120$ , вміст дисперсної фази – 25 % об. Оптимальна тривалість олігомеризації фракції С9 РПП дизельного палива (модельна суміш 1) – 90 хв., для фракції С9 РПП бензину (модельна суміш 2) – 180 хв.

Вихід та властивості вуглеводневих смол отриманих за оптимальних умов показано у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика вуглеводневих смол С9 отриманих суспензійною олігомеризацією при оптимальних умовах

Характеристика	Модельна суміш 1	Модельна суміш 2
Вихід, %	21,2	26,8
Колір, мг І <sub>2</sub> /100 мл	20–30	20
Молекулярна маса	525	540
Температура розм'якшення, К	351	353

**Висновки.** За результатами дослідження олігомеризації ненасичених вуглеводнів фракції С9 з використанням амінопероксидного ініціатора N1,N1-ди(*трет*-бутилпероксиметил)-4-(*трет*-бутилперокси)аніліну встановлено основні закономірності реакції, вивчено вплив факторів на вихід та фізико-хімічні параметри вуглеводневих смол, підбрано оптимальні умови реакції. Встановлено, що концентрація амінопероксидного ініціатора у дослідженому діапазоні незначно впливає на вихід продукту. Синтезовані продукти відповідають вимогам, що висуваються до смол, які використовуються в лакофарбових композиціях.

### Література

- Mildenberg R., Zander M., Collin G. Hydrocarbon resins. John Wiley & Sons, 2008. 189 с.
- Dzinyak B., Melnyk S. Initiated by organic peroxides cooligomerization of unsaturated hydrocarbons of C5 fraction -by-product of ethylene production. Chemistry and Chemical Technology. 2016. Vol. 10, № 2. С. 173–178.
- Рипка Г., Никулишин І. Каталітичні комплекси–каталізатори синтезу нафтополімерних смол. Вісник Національного університету «Львівська політехніка» – Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2000. № 414. С. 104–106.
- Subtelnyy R. O., Kichura D. B., Dzinyak B. O. C9 fraction oligomerization initiated by N-substituted aromatic aminoperoxides. Chemistry, Technology and Application of Substances. 2022. Vol. 5, № 2. С. 88–93.
- Subtelnyy R., Zhuravskiy Y., Kichura D., Dzinyak B. Oligomerization of C9 hydrocarbon fraction initiated by amino peroxides with cyclic substitute. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 3, № 6–117. С. 23–31.
- Дідошак Р. О., Старчевський В. Л. Залежність виходу та фізико-хімічних показників нафтополімерних смол від концентрації ініціатора. Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii. 2005. № 1. С. 99–102.
- Оробчук О. М., Субтельний Р. О., Дзіняк Б. О. Вивчення впливу дозування ініціатора на процес суспензійної колігомеризації вуглеводневої фракції. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014. Vol. 4, № 6(70). С. 14–18.

8. Дзумедзей М. В., Кучер Р. В., Туровський А. А., Кошовський Б. І. Дослідження кінетики термічного розпаду азотумісних перекисних сполук з трет-алкільним радикалом. Український хімічний журнал. 1971. № 39. С. 1142–1145.
9. Brooks B. Suspension polymerization processes. Chemical Engineering & Technology. 2010. Vol. 33, № 11. С. 1737–1744.

#### References

1. Mildenberg R., Zander M., Collin G. Hydrocarbon resins. John Wiley & Sons, 2008. 189 с.
2. Dzinyak B., Melnyk S. Initiated by organic peroxides cooligomerization of unsaturated hydrocarbons of C5 fraction -by-product of ethylene production. Chemistry and Chemical Technology. 2016. Vol. 10, № 2. С. 173–178.
3. Rypka H., Nykulyshyn I. Katalitychni kompleksi–katalizatory syntezu naftopolimernykh smol. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika» – Khimiia, tekhnolohiia rechovyn ta yikh zastosuvannia. 2000. № 414. S. 104–106.
4. Subtelnyi R. O., Kichura D. B., Dzinyak B. O. C9 fraction oligomerization initiated by N-substituted aromatic aminoperoxides. Chemistry, Technology and Application of Substances. 2022. Vol. 5, № 2. С. 88–93.
5. Subtelnyy R., Zhuravskiy Y., Kichura D., Dzinyak B. Oligomerization of C9 hydrocarbon fraction initiated by amino peroxides with cyclic substitute. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 3, № 6–117. С. 23–31.
6. Didoshak R. O., Starchevskiy V. L. Zalezhnist vykhodu ta fizyko-khimichnykh pokaznykiv naftopolimernykh smol vid kontsetratsii initsiatora. Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii. 2005. № 1. S. 99–102.
7. Orobchuk O. M., Subtelnyi R. O., Dziniak B. O. Vvychnennia vplyvu dozuvannia initsiatora na protses suspenziinoi koolihomeryzatsii vuhlevodnevoi fraktsii. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014. Vol. 4, № 6(70). S. 14–18.
8. Dzumedzei M. V., Kucher R. V., Turovskiy A. A., Koshovskiy B. I. Doslidzhennia kinetyky termichnoho rozpadu azotumisnykh perekysnykh spolk z tret-alkilnym radykalom. Ukraynskyi khymycheskyi zhurnal. 1971. № 39. S. 1142–1145.
9. Brooks B. Suspension polymerization processes. Chemical Engineering & Technology. 2010. Vol. 33, № 11. С. 1737–1744.

*The paper investigates the production of C9 hydrocarbon resins by suspension oligomerization of oil refining by-products. Traditional technologies based on free radical oligomerization have disadvantages, such as high process temperature, long reaction time, and dark color of the final product, which limits its use in paints and varnishes. The technology of suspension oligomerization in an aqueous medium at low temperatures and intensive stirring is proposed. The reaction mixture contains water as a dispersion medium, hydrocarbon fraction C9, an amino peroxide initiator, and a suspension stabilizer. An N-substituted amino peroxide, N1,N1-di(tert-butylperoxymethyl)-4-(tert-butylperoxy)aniline, was used as an initiator, which ensures the reaction at low temperatures. Model mixtures simulating C9 fractions of diesel and gasoline pyrolysis by-products with the content of unsaturated compounds of 53.0 % and 50.0 %, respectively, were investigated. The reaction temperature (313-353 K) and the concentration of the initiator (0.032-0.096 mol/L) do not have a significant effect on the resin yield. Optimal conditions: temperature - 333 K, initiator concentration - 0.064 mol/L, stirring intensity  $Re = 10120$ , dispersed phase content - 25 % by volume. The reaction time for the diesel fuel fraction was 90 min, the yield was 21.2 %, for the gasoline fraction - 180 min, the yield was 26.8 %. Under these conditions, light hydrocarbon resins (20-30 mg I2/100 ml) with a softening point of 351-353 K and a molecular weight of 525-540 were obtained. Suspension oligomerization with an amine peroxide initiator allows the process to be carried out at low temperatures (303-353 K) and a short time (90-180 minutes). This makes it possible to effectively remove excess heat, maintain isothermal conditions, and prevent side oxidation reactions and product darkening. The obtained results make it possible to improve the process of oligomerization of hydrocarbon fractions and obtain light resins with improved characteristics, which will help reduce energy consumption in production.*

**Keywords:** fraction C9, oligomerization, suspension, amino peroxide, yield, hydrocarbon resin.

**Субтельний Р.О.** – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: [roman.o.subtelnyi@lpnu.ua](mailto:roman.o.subtelnyi@lpnu.ua)

**Баліцький І.Г.** – аспірант кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: [ihor.h.balitskyi@lpnu.ua](mailto:ihor.h.balitskyi@lpnu.ua)

**Сціра В.О.** – аспірант кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: [volodymyr.o.stsira@lpnu.ua](mailto:volodymyr.o.stsira@lpnu.ua)

**Журавський С.В.** – докт. філософ., м.н.с кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: [yevhenii.v.zhuravskiy@lpnu.ua](mailto:yevhenii.v.zhuravskiy@lpnu.ua)

**Кічура Д.Б.** – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: [dariia.b.kichura@lpnu.ua](mailto:dariia.b.kichura@lpnu.ua)