

ЗЕЗЕКАЛО Іван<sup>1</sup>, КОВАЛЕНКО Віктор<sup>1</sup>, СУЛІМ Артем<sup>1</sup>, ЛАРЦЕВА Ірина<sup>1</sup>,  
ПАНАСЕНКО Володимир<sup>2</sup>

## **АВТОКЛАВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАТАЛІТИЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ**

<sup>1</sup>*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
36011, м. Полтава, проспект Першотравневий, 24  
[2012.nadra@gmail.com](mailto:2012.nadra@gmail.com)*

<sup>2</sup>*Державна установа «Державний науково-дослідний і проектний інститут  
основної хімії»  
61002, м. Харків, вул. Мироносицька, 25*

**Анотація.** Розроблено рецептуру каталітично-активної суміші, досліджено вплив складу та масових співвідношень активних компонентів каталізатору на зміну фракційного складу зразків нафти та газового конденсату, а також їх фізико-хімічні властивості. Доведено ефективність методу інтенсифікації вилучення важковидобувних вуглеводнів за допомогою каталітичних перетворень. Запропоновано технологію проведення каталітичних перетворень безпосередньо у продуктивному пласті, за якої каталітична суміш здатна проявляти значну каталітичну активність при значеннях температури реакційного середовища 80-140 °С.

Актуальність залучення до розробки покладів важковидобувних запасів обумовлена наявністю на території України родовищ, які містять значні запаси важкої високов'язкої нафти та випавшого ретроградного конденсату, видобування яких є малоефективне або зовсім неможливе традиційними методами. На даний час більше 50% усіх запасів України характеризуються як важковидобувні і пов'язані з високим умістом парафіну, смол та асфальтенів, наявність яких значно погіршує реологічні властивості та створює значний гідравлічний опір переміщенню по фільтраційним каналам. Одним із перспективних методів інтенсифікації, який дозволив би видобувати важкі, високов'язкі нафти та ретроградний конденсат, а також покращити умови їх вилучення, є метод внутрішньопластового каталітичного впливу.

Сутність процесу внутрішньопластового каталізу полягає у перетворенні високомолекулярних складових вуглеводнів на сполуки з меншою молекулярною масою, що здійснюється безпосередньо в привибійній зоні пласта у присутності каталітично-активної речовини. Тобто відбувається зміна фракційного складу вуглеводнів, зменшення густини та в'язкості компонентів, за рахунок чого досягається зменшення фільтраційного опору, що призводить до збільшення кількості видобутої продукції.

Сутність запропонованого методу інтенсифікації видобутку полягає в тому, що в продуктивний пласт закачується каталітично активна суміш, активні центри якої адсорбуються на породі продуктивного пласта, утворюючи зону реакційного середовища, після чого викликається потік пластового флюїду. Вуглеводнева сировина, під дією пластових термобаричних умов та в присутності активних центрів каталізу в породі пласта, починає змінювати хімічний склад, внаслідок проходження каталітичних реакцій гідрування/дегідрування, крекінгу та ізомеризації. У результаті зростає вміст у складі пластового флюїду газоподібних компонентів типу C<sub>1</sub> – C<sub>5</sub>, фракцій C<sub>6</sub> – C<sub>10</sub>, а також фракцій C<sub>11</sub> – C<sub>16</sub>. На відміну від класичного гетерогенного каталізу на багатофункціональній каталітичній суміші, процеси каталітичних перетворень відбуваються виключно в одній термодинамічній фазі – рідинній. Як каталітично-активні суміші використовуються багатофункціональні системи, активні центри яких

представлені сполуками перехідних металів VI-X груп (оксиди, солі), промотовані галогенвмістними органічними та неорганічними сполуками; активні кислотні центри представлені кислотами Льюїса / Бренстеда [1-7].

Усі дослідження проводились з використанням експериментальної установки автоклавного типу, яку було розроблено для імітації процесів каталізу в умовах, наближених до пластових, а також герметичної реторти («бомби»).

У ході досліджень випробовувались декілька зразків каталітичної суміші одного компонентного складу, але з різним масовим співвідношенням активних компонентів. Загальна формула складу наведена нижче:



де  $\Gamma$  – це гідруючий компонент (солі перехідних металів X групи періодичної системи хімічних елементів);  $K$  – кислотний активний центр (водоспирторозчинні сполуки перехідних металів VI групи періодичної системи хімічних елементів);  $\text{H}_2\text{O}$  – вода;  $\text{R-OH}$  – розчинники (вода або полярний розчинник класу одноатомних спиртів).

Випробування проводились на зразках нафти Матвіївсько-Легедівського родовища, а також газового конденсату Котелевського газоконденсатного родовища.

Ефект від використання каталітично-активних речовин виявився таким:

1. В усіх випадках застосування каталізатору в'язкість нафти суттєво знизилась. При застосуванні даних складів, кінематична в'язкість змінюється в середньому в 30 разів, а максимальне зменшення в'язкості – в 43 рази (43  $\text{мм}^2/\text{с}$  – до обробки; 1  $\text{мм}^2/\text{с}$  – після обробки).

2. Спостерігалось падіння температури початку кипіння, а також падіння температур кипіння в ході розгонки, що свідчить про збільшення вмісту легких вуглеводнів в нафті.

3. Доведено, що процеси крекінгу відбуваються саме на кислотних активних центрах.

4. Отримані результати можуть бути покладені в основу проведення подальших досліджень, а також розробок конкретних технологій вилучення та інтенсифікації важковидобувних запасів шляхом застосування процесів внутрішньопластової каталітичної конверсії вуглеводнів.

#### **Використані інформаційні джерела:**

- [1] Zezekalo, I., Kovalenko, V., Lartseva, I., & Dubyna, O. (2021). Application of in-plastic catalysis for extraction of hard-to-recover hydrocarbons. *Technology Audit and Production Reserves*, 6(3(62)), 6–10. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.247262>
- [2] Marcilly C. (2005). *Acido-basic Catalysis: Application to Refining and Petrochemistry*, vol. 1. Editions Technip: Michigan. 896 p.
- [3] Mario, L. Occelli. (2010). *Advances in Fluid Catalytic Cracking: Testing, Characterization, and Environmental Regulations*. CRC Press: Boca Raton, p. 408.
- [4] Sadeghbeigi, Reza. 2012. *Fluid Catalytic Cracking Handbook*. Butterworth Heinemann. 360 p.
- [5] Sassykova, L.R. (2018). *Technology of heterolytic and homolytic oil refining processes: Educational manual*. Almaty: Qazaq University, 269 p.
- [6] Zezekalo, I., Synyuk, B., Kul, A., Kovalenko, V. (2012). The method of extraction of hydrocarbon raw materials from oil and gas condensate formations: pat. 79373 Ukraine: E21B 43/25, E21B 43/24/. No. u 2012 09998; statement 20.08.2012; published 04/25/2013, Bull. No. 8. 6 p.
- [7] J. M. Thomas, W. J. Thomas. (2015). *Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis*.