

Григоров А.Б., к. техн. н., доцент

## ТЕХНОЛОГІЧНА ПЕРЕРОБКА НАФТОВОГО ШЛАМУ В ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА

*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",  
Харків, Україна*

**Ключові слова:** пластичне мастило, нафтовий шлам, висококипляча фракція, термічна деструкція, полімерний загущувач, захисні властивості.

**Вступ.** Утилізацію промислових відходів, у загальному розумінні, можна розглядати, як певну стадію життєвого циклу будь-якого товарного продукту, який в силу певних обставин (промислового браку, втрати певних властивостей після використання тощо) вже не може застосовуватися за своїм призначенням, та піддається переробці для отримання іншої продукції або поховання (знищення, депонування, знешкодження).

Переробка промислових відходів у інші продукти, що застосовуються у енергетиці, яка включає в себе комплекс найскладніших технологічних процесів та використовує сучасне обладнання, є більш ефективним підходом до утилізації у порівнянні з їх похованням на спеціальних полігонах [1, 2]. Одним з масових відходів нафтовидобувної і нафтопереробної промисловості є нафтовий шлам (НШ) – небезпечний для навколишнього середовища і здоров'я людини відхід, що накопичується в резервуарах, ємностях і трубопроводах під час проведення різних технологічних операцій [3, 4]. У загальному вигляді, НШ складається з води, механічних домішок (пісок, сульфідів та оксидів металів) і вуглеводневої частини [5], яка може бути використана, як цінна вторинна сировина для багатьох технологічних процесів.

**Технологія переробки НШ.** На сьогоднішній день, переробка НШ, в основному, спрямована на отримання з нього технологічного палива [6, 7] та бітумів в'язучих [8, 9]. Однак в роботі [10] було запропоновано отримання на його основі пластичних мастил, що на нашу думку, є маловивченим і вельми перспективним напрямком його переробки. Тоді, розглянемо схему переробки НШ, яка буде включати в себе кілька послідовних стадій, і дозволяє отримати в якості товарного продукту пластичні мастила (див. рис. 1). Першою стадією будь-якої схеми переробки НШ є його поділ на воду (потік I), механічні домішки (потік II) і вуглеводневу частину (потік III). Вода відправляється на біологічну очистку, після чого надходить або в заводську каналізацію, або повертається в технологічний процес, де використовується для охолодження парів в теплообмінній апаратурі. Виділені механічні домішки використовують як наповнювач у виробництві будівельних матеріалів різного функціонального призначення.

Вуглеводнева частина, яка становить, в середньому, 25–75 % мас., поступає на термічну деструкцію у реактор, що працює при температурі до 450 °С і атмосферному тиску. У реакторі з неї утворюється до 5 % мас. газів деструкції (потік V), 55–80 % мас. вуглеводневої фракції п.к. – 360 °С (потік IV) і 16–40 % мас. фракції, яка википає при температурі > 360 °С (потік VI).

Гази деструкції представлені вуглеводнями C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> і можуть бути використані для отримання теплової енергії, необхідної для обслуговування установки. Вуглеводнева

фракція п.к. – 360 °С, може використовуватися, як компонент пічного і котельного палива, зокрема для зменшення в'язкості і зниження температури застигання топкового мазуту. Фракція, що википає при температурах > 360 °С за величиною кінематичної в'язкості відповідає індустріальним товарним оливам І-50 і І-70., тобто значення кінематичної в'язкості, виміряний при 50 °С, знаходиться в межах 45–70 мм<sup>2</sup>/с [11]. У зв'язку з цим вона може бути використана в якості дисперсійного середовища при виробництві пластичних мастил.

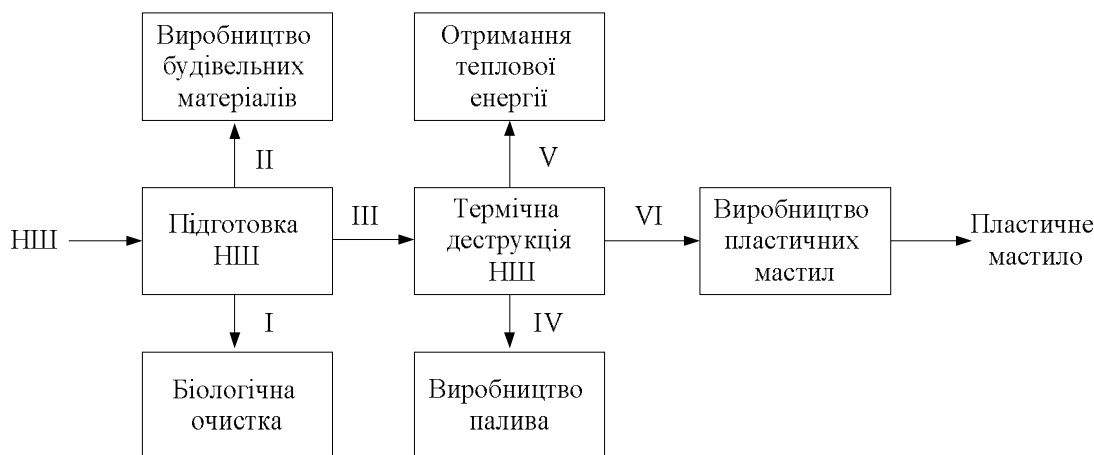


Рисунок 1 – Структурна схема виробництва пластичних мастил з НШ:

І - вода; II – механічні домішки; III – широка вуглеводнева фракція; IV – вуглеводнева фракція (п.к. – 360°С); V – гази деструкції; VI – фракція >360°С

Однак, висококипляча фракція деструкції вуглеводневої частини НШ, в своєму складі містить ненасичені вуглеводні [12], які з часом починають інтенсивно окислюватися, що зумовлюватиме зміну структури та експлуатаційних властивостей мастила, що отримано на її основі. Цьому сприяє присутність кисню повітря і дія температури. Отже, для отримання антифрикційних пластичних мастил цю фракцію необхідно піддати глибокому очищенню, що призведе до збільшення виробничих витрат, що виникають при реалізації запропонованої схеми. В цьому випадку, економічно доцільно використовувати отриману фракцію без попереднього очищення для виробництва пластичних мастил, призначених для захисту від атмосферної корозії металевих поверхонь.

**Лабораторні дослідження.** За запропонованою схемою в лабораторних умовах, були отримані пластичні мастила, загущувачем в яких виступали 2 % мас. поліетилену низького тиску (ПЕНД) і поліпропілену (ПП). Для отриманих проб відповідно до вимог нормативної документації визначалися показники якості, що дозволяють оцінити можливість їх використання в якості консерваційних пластичних мастил (див. табл. 1).

Наведені результати свідчать про те, що отримані мастила повністю придатні для використання їх в якості водостійких, консерваційних мастил в області температур до 85 °С, в разі загущення ПЕНД і до 110 °С, при загущенні ПП.

**Висновки.** Проведені дослідження показали, що високотемпературна фракція (t кип > 360 °С), отримана термічною деструкцією нафтового шламу в апараті реакторного типу, що працює при атмосферному тиску, може бути використана як дисперсійне середовище для виробництва пластичних мастил. Додавання 2 % мас. полімерного за-

гущувача (поліетилену низького тиску і поліпропілену) в висококиплячу фракцію дозволяє отримати пластичні мастила, які за своїми основними властивостями можуть бути використані в діапазоні робочих температур до 85 °С, в разі загушення ПЕНД і до 110 °С, при загущенні ПП, як консерваційні мастила для захисту від атмосферної корозії, металевих поверхонь техніки, агрегатів і окремих вузлів, при їх тривалому зберіганні на відкритих майданчиках.

Таблиця 1 – Результати лабораторних досліджень

№ п/п	Найменування показника	Числові значення для проб	
		Зразок №1	Зразок № 2
1	Вид загущувача	ПЕНД	ПП
2	Пенетрація, мм 10 <sup>-1</sup>	336	361
3	Клас по NLGI	1	0
4	Температура крапання, °С	85	110
5	Корозійний вплив на метал (мідь)	Відсутній	
6	Захисні властивості (сталь 3)	Витримує	
7	Водостійкість	Витримує	

#### Література

1. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. OJ L 152, 11.6.2008, p. 1–44. Latest consolidated version: 18/09/2015. ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj>.
2. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) Text with EEA relevance. OJ L 334, 17.12.2010, p. 17–119. Latest consolidated version: 06/01/2011. ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj>.
3. Deng S. Experimental and modeling study of the long cylindrical oily sludge drying process / S. Deng, X. Wang, H. Tan, // Applied Thermal Engineering. – 2015. – №91. – pp. 354–362.
4. Hu G. A combination of solvent extraction and freeze thaw for oil recovery from petroleum refinery wastewater treatment pond sludge / G. Hu, J. Li, H. Hou // Journal of Hazardous Materials. – 2015. – № 283. – pp. 832–840.
5. Olufemi Adebayo Johnson. Petroleum sludge treatment and disposal: A review / Olufemi Adebayo Johnson, Augustine Chioma Affam // Environmental Engineering Research. – 2019. – 24(2). – pp. 191–201.
6. Chen, M. New Technology and Development Direction of Harmless and Resource-based Treatment of Oily Sludge / M. Chen, Z. Liu, X. Wang, Z. Xu // Pet. Nat. Gas Chem. Ind. – 2011. – № 40. – pp. 313–317.
7. Pyrolysis of API separator sludge / P. Pramf, M. Vissanu, K. Chatvalee, R. Pramoch, R. Thirasak, K. Boonyarach // J. Anal. Appl. Pyrolysis. – 2003. – №68–69. – pp. 547–560.
8. Karami E. Upgrading Iranian petroleum sludge using polymers / E. Karami, T. Jafari Behbahani // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. – 2018. – Volume 8. – Issue 4. – pp. 1319–1324.

9. Kuriakose A.P. Bitumenous paints from refinery sludge / A.P. Kuriakose, S. Kochu Baby Manjooran // *Surface and Coatings Technolgy*. – 2001. – Volume 145. – Issues 1–3. – pp. 132–138.

10. Mardupenko Aleksey. Oil sludge as source of a valuable carbon raw material / Aleksey Mardupenko, Andrey Grigorov, Irina Sinkevich, Alena Tulskaaya // *Petroleum & Coal journal*. – 2018. – Volume 60. – Issue 3. – pp. 353–357.

11. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: [Справочник]. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Техинформ». –1999. – 596 с.

12. Thermal Transformation of Carbon and Oxygen-Containing Organic Compounds in Sewage Sludge During Pyrolysis Treatment / Yanjun Hu, Yanjun Lu, Wenchao Ma, Linjie Wang, Haryo Wibowo, Zhicheng Huang, Fan Yu // *Energies*. – 2019. – №12(12). – 2258.

УДК 665.765: 621.89.017

Григоров А.Б.

### **ТЕХНОЛОГІЧНА ПЕРЕРОБКА НАФТОВОГО ШЛАМУ В ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА**

Запропоновано схему технологічної переробки нафтової шлему шляхом отримання з нього за допомогою термічної деструкцією висококиплячої вуглеводневої фракції з температурою кипіння вище  $> 360\text{ }^{\circ}\text{C}$  і яка має величину кінематичної в'язкості, що відповідає індустріальним товарним оливам I-50 і I-70 (значення кінематичної в'язкості, що вимірюється при  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , знаходиться у межах  $45\text{--}70\text{ мм}^2/\text{с}$ ), яка може бути використана як дисперсійне середовище у виробництві пластичних мастил. При її загущенні 2 % мас. подрібненими полімерними відходами з поліетилену низького тиску (ПЕНТ) і поліпропілену (ПП) можна отримати продукти, які за своїми властивостями відповідають пластичним мастилам: класифікація за NLGI, відповідає 0 (напіврідке мастило) і 1 (м'яке мастило); верхня межа діапазону робочих температур відповідає  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  і  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; відсутність корозійного впливу на метал (наприклад, мідь); високі захисні властивості, (для сталі, марки 3). Завдяки своїм властивостям отримані продукти можна використовувати як консерваційні пластичні мастила, призначені для захисту від атмосферної корозії металевих поверхонь.

**Ключові слова:** пластичне мастило, нафтовий шлам, висококипляча фракція, термічна деструкція, полімерний загущувач, захисні властивості.

Григоров А.Б.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЯНОГО ШЛАМА В ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ**

Предложена схема технологической переработки нефтяного шлама путем выделения из него при помощи термической деструкцией высококипящей углеводородной фракции, выкипающей при температурах выше  $>360\text{ }^{\circ}\text{C}$  и имеющей величину кинематической вязкости соответствующую индустриальным товарным маслам И-50 и И-70

(значение кинематической вязкости, измеренное при 50 °С, находится в пределах 45–70 мм<sup>2</sup>/с), которая может быть использована как дисперсионная среда в производстве пластичных смазок. При ее загущении 2 % масс. измельченными полимерными отходами из полиэтилена низкого давления и полипропилена можно получить продукты, которые по своим свойствам соответствует пластичным смазкам: классификация по NLGI, соответствует 0 (полужидкая смазка) и 1 (мягкая смазка); верхний предел диапазона рабочих температур соответствует 85 °С и 110 °С; отсутствие коррозионного воздействия на металл (например, медь); высокие защитные свойства, (для стали, марки 3). Благодаря своим свойствам полученные продукты можно использовать как консервационные пластичные смазки, предназначенные для защиты от атмосферной коррозии металлических поверхностей.

**Ключевые слова:** пластичная смазка, нефтяной шлам, высококипящая фракция, термическая деструкция, полимерный загуститель, защитные свойства.

Grigorov A.B.

### TECHNOLOGICAL PROCESSING OF OIL SLUDGE IN PLASTIC GREASES

A scheme for the technological processing of oil sludge by separating it using thermal degradation of a high-boiling hydrocarbon fraction boiling off at temperatures above > 360 °С and having a kinematic viscosity corresponding to industrial commodity oils I-50 and I-70 (kinematic viscosity measured at 50 °С, is in the range of 45–70 мм<sup>2</sup>/s), which can be used as a dispersion medium in the production of greases is proposed. When it is thickened with 2 % of the masses, crushed with polymer waste from low-pressure polyethylene and polypropylene, it is possible to obtain products that correspond to greases in their properties: classification according to NLGI, corresponds to 0 (semi-fluid lubricant) and 1 (soft lubricant); the upper aisle of the range of operating temperatures corresponds to 85 °С and 110 °С; the absence of corrosive effects on the metal (for example, copper); high protective properties (for steel, grade 3). Due to its properties the resulting products can be used as preservation greases designed to protect metal surfaces against atmospheric corrosion.

**Keywords:** grease, oil sludge, high boiling fraction, thermal degradation, polymer thickener, protective properties.