

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 665.7.038.64

DOI 10.52928/2070-1616-2025-51-1-86-91

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТДЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ
ИЗ ГОССИПОВОЙ СМОЛЫ

Д.Г. ХАМИДОВ, д-р техн. наук, проф. С.Ф. ФОЗИЛОВ
(Бухарский инженерно-технологический институт)

Представлены сведения о негативном влиянии промышленных отходов на окружающую среду и актуальных проблемах их утилизации. В данном исследовании работа проводилась на госсиполовой смоле. Приведены ее фракционный состав и формула, проанализированы физико-химические свойства. Методом инфракрасного спектроскопического анализа определена химическая структура фракции, выделенной из госсиполовой смолы. Проведены предварительные исследования по определению состава и свойств данной фракции. Предложено ее использование в качестве сырья для получения вторичных продуктов. Описана схема термовыдавливания и механизм получения формовочных пластических материалов (ПСМ) из госсиполовой смолы.

Ключевые слова: госсиполовая смола, фракция, растворитель, инфракрасная спектроскопия, пластичные смазочные материалы, дисперсная фаза.

Введение. Отходы – одна из основных современных экологических проблем. Исследования последних лет показали, что количество промышленных отходов из года в год растет. И увеличение их объемов несет в себе потенциальную опасность для здоровья людей, а также опасность для окружающей природной среды. При этом их утилизация усложняется [1].

В целях соблюдения требований, изложенных в Законе «Об отходах» (Республика Узбекистан), по экологии и охране окружающей среды, переработке отходов и использованию продуктов, полученных на их основе в различных отраслях промышленности, госсиполовая смола (деготь) рассматривается как сырье. В нашей республике собирается около 25 тыс. т отходов смолы. Эти отходы эффективно перерабатываются в промышленных масштабах, однако использование результатов переработки для получения вторичных продуктов осуществляется не систематически [2; 3].

Основная часть. Деготь масложировой промышленности представляет собой черно-коричневый темный вязкий остаток со специфическим запахом (рисунок 1). Густая смола образуется в результате перегонки жирных кислот из соапстока хлопкового семени. Температура каплепадения составляет 48–52 °С, плотность 0,85–1,4 г/см³, вязкость при 52 °С 60–75 сст, нерастворим в воде и большинстве органических растворителей [4].

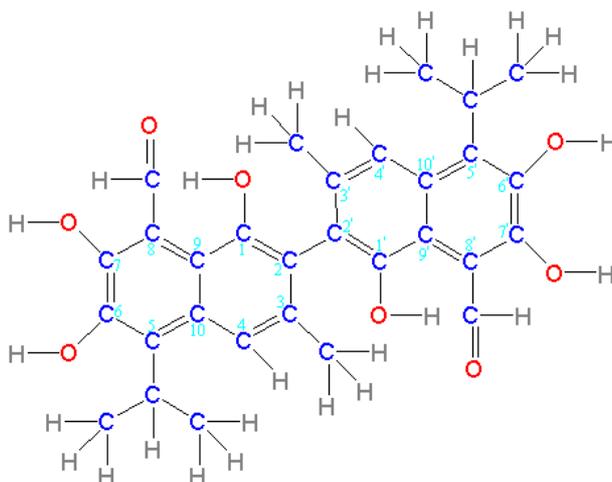


Рисунок 1. – Формула госсипола
(1,1',6,6',7,7'-гексагидрокси-5,5'-ди-изопропил-3,3'-диметил-2,2'-динафтил-8,8'-дикарбоксальдегид)

Различные показатели качества госсиполовой смолы, являющейся отходом масложировой промышленности, представлены в таблице 1. Анализ количества и состава госсиполовой смолы – в таблице 2. Фракционный состав госсиполовой смолы приведен в таблице 3.

Таблица 1. – Показатели качества госсиполовой смолы

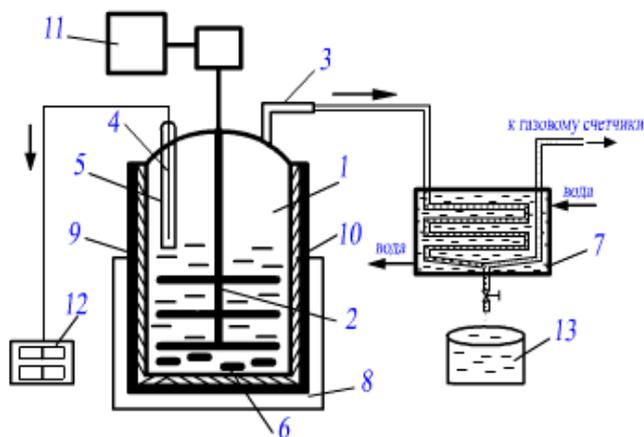
| Показатели качества | Тип 1 | Тип 2 |
|--|---------------------------------|------------------|
| Внешний вид | Однотипная масса | Текущая вязкость |
| Цвет | От черного до темно-коричневого | |
| Кислотное число, мг КОН | 70–100 | 50–70 |
| Молекулярная масса | 595–1000 | |
| Количество золы, % | 1 | 1,2 |
| Летучие вещества и содержание влаги, % | 4 | |
| Растворимость в ацетоне, % | 80 | 70 |
| Плотность, г/см ³ | 0,85–1,4 | |
| Число омыления, мг КОН | 80–130 | |

Таблица 2. – Групповой состав и элементный анализ госсиполовой смолы масложировая промышленности, полученной от АО «Ургенч масложировая»

| Именование | Количество, % | | Элементный состав, % | | | |
|--|---------------|------------------|----------------------|------|-----|-----|
| | Продукт | H ₂ O | C | H | O | N |
| Смолы масложировая промышленности (госсиполовая смола) | 100 | 4 | 80,5 | 9,6 | 8,1 | 0,8 |
| Содержимое группы: | | | | | | |
| – смола | 90 | – | 81,4 | 8,6 | 8,3 | 1,7 |
| – масло | 2 | – | 81,6 | 11,4 | 7,7 | 0,3 |
| – жидкость | 2 | – | 75,7 | 13,4 | 6,9 | – |
| – фракция парафина | 1 | – | 76,9 | 14,3 | 8,8 | – |
| – ароматические углеводороды | 5 | – | 84,2 | 8,9 | 6,9 | – |

Таблица 3. – Фракционный состав госсиполовой смолы

| Фракции | Фракционный состав | Выход госсиполовой смолы | Цвет и внешний вид |
|---------------------|---|--------------------------|-------------------------------------|
| Жирокислотная часть | Жирные кислоты C ₁₆ –C ₁₈ | 51–56 | Черное воскообразное вещество |
| Неомыляемая часть | Углеводород C ₂₇ –C ₃₅ | 20–24 | Темно-коричневый |
| Фенол | Спирт, тостерон, амирин, витамин Е и фенол | 21–23 | От коричневого до темно-коричневого |



1 – термоэлектрический реактор; 2 – смеситель; 3 – труба, по которой транспортируются отдельные компоненты при температуре до 320 °С; 4 – термopара; 5 – оболочка термopары; 6 – кубический остаток; 7 – ванна охлаждения паромасляного компонента; 8 – основание, удерживающее реактор; 9 – теплоудерживающий слой; 10 – электронагреватели (ТЭН); 11 – электродвигатель привода мешалки; 12 – теплоизмеритель; 13 – емкость для сбора воды и тампонажа

Рисунок 2. – Принципиальная схема опытной установки реактора с мешалкой госсипола в нефтяной промышленности

Сегодня мы используем госсиполовую смолу в нефтяной промышленности для производства формовочных пластиковых материалов (ПСМ). Однако непосредственно в этом качестве ее использовать нельзя. По этой причине его нагревали до определенной температуры с помощью экспериментального устройства. Эксперимент был проведен нами несколько раз для определения средней температуры разделения фракции.

Для этого эксперимента был построен реактор (см. рисунок 2) с термоприводом и мешалкой массой 3,8 кг.

При получении ПСМ в термоэлектрический реактор 1 с мешалкой заливают 2,5 кг сырья (госсиполовой смолы), привезенного с Ургенчского нефтепромышленного комплекса. Его нагревают электронагревателями 10 и перемешивают мешалкой 2, прикрепленной к электродвигателю 11. Продолжительность этого процесса зависит от разделения компонентов госсиполовой смолы. Эта температура составляет примерно 280–320 °С при атмосферном давлении. Теплоизмерительное устройство 12 контролируется с помощью термодпары 4. Первоначально при повышении температуры в этом процессе вода в госсиполовой смоле испаряется до температуры 125 °С. После этого компоненты масла начинают испаряться, т.е. при температуре госсиполовой смолы в реакторе 130 °С начинают разделяться паромасляные компоненты (фракции). После этого он охлаждается в охлаждающей ванне 7 и стекает в сборный резервуар 13. В качестве охлаждающего агента использовалась вода. Когда температура в реакторе достигает 320 °С, практически все компоненты масла разделяются. Отделенную фракцию использовали в качестве компонента для получения ПСМ и приготовили 9 проб.

На рисунке 3 представлена фракция, полученная из смолы госсипола.



Рисунок 3. – Внешний вид фракции (жирных кислот), полученной из госсиполовой смолы

Чтобы определить, какие группы присутствуют в экстрагированной фракции (жирных кислотах) госсиполовой смолы, характеристические частоты колебаний функциональных групп были изучены методом инфракрасной спектроскопии (ИКС).

Метод анализа ИКС помогает определить химическую структуру анализируемых веществ и дает информацию, какие функциональные группы присутствуют в их составе. Этот метод отличается расходом очень небольшого количества материала пробы для анализа и выполнением анализа в очень короткие сроки, а также точностью получаемых данных. Поскольку каждому соединению соответствует свой инфракрасный спектр вещества, этот спектр называют паспортом данного конкретного соединения.

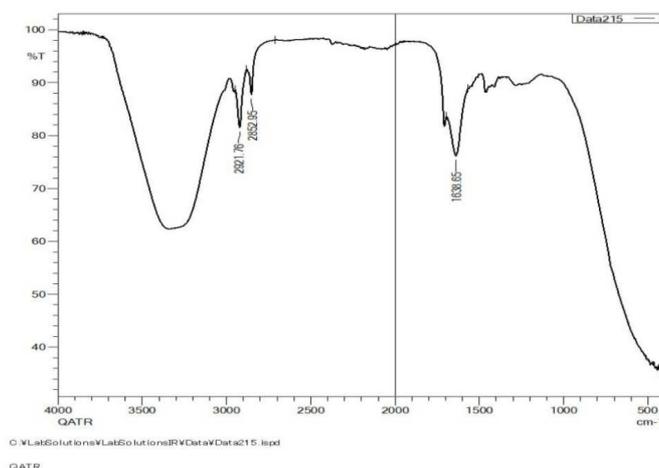


Рисунок 4. – ИК-спектр фракции, выделенной из госсиполовой смолы

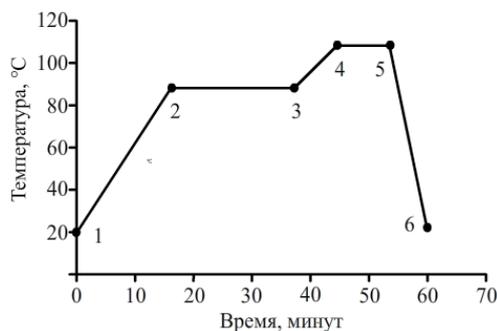
ИК-спектр фракции, выделенной из госсиполовой смолы (см. рисунок 4), получали на приборе Fure (SHIMADZU, Япония) (диапазон 400–4000 см⁻¹, размеры 4 см⁻¹). Это устройство представляет собой высокочувствительное и компактное устройство, оснащенное стабилизированным детектором ДЛТАГС и высокочувствительным и ярким керамическим источником излучения. Анализ спектров проводился с помощью программного обеспечения, которое автоматически измеряет спектры и имеет инструменты для графического отображения спектров и их групп.

В ИК-спектре (см. рисунок 4) во фракции наблюдается колебательный тип водородных связей гидроксильной (ОН) группы с широким и интенсивным сигналом валентности и интенсивности в области 3350,35 см⁻¹. Его сигнал вибрации деформации в районе 1450,66 см⁻¹. Сигналы, соответствующие деформационным колебаниям метильной (СН₃) группы, наблюдаются в области 2921,76 см⁻¹. Видно, что сигнал, характерный для валентного колебания связи С=О, наблюдался в области 1638,65 см⁻¹.

ПСМ имеют достаточно сложный состав, а их свойства во многом зависят от состава и свойств дисперсной фазы и дисперсной среды. ПСМ готовят путем смешивания определенного количества основы (минеральных или синтетических масел, 70–90%) и загустителей (органических, неорганических, мыльных и углеводородных, 8–25%). Если из минеральных масел используют парафиновые, нафтеновые или ароматические масла, то из синтетических масел используют олефиновые полимеры, акриловые эфиры, спирты, простые эфиры и т.д. В качестве загустителя используются стандартное, гидроксидное и комплексное мыла (Li, Na, Ca, Ba, Al), а из органических и неорганических, соответственно, полимочевина, тефлон, полиэтилен, оксид алюминия, оксид кремния и силикагель. В качестве углеводородных загустителей – парафин, церезин и вазелин.

В зависимости от типа загустителей выбирается температура процесса обжига ПСМ. Например, кальциевые ПСМ обжигаются при 80–100 °С, алюминиевые ПСМ – при 140–150 °С, натриевые и литиевые ПСМ – при 200–210 °С, углеводородные ПСМ – при 100–120 °С.

В этом исследовании в качестве загустителя нами был использован стеарат кальция. Чтобы точно определить продолжительность и температуру варки, мы воспользовались патентом № 2076141¹. Последовательность приготовления кальциевых ПСМ представлена на рисунке 5.



1 – смешивание компонентов; 1-2 – стадия нагрева; 2-3 – стадия формирования ПСМ; 3-4 – стадия нагрева; 4-5 – стадия испарения воды; 5-6 – стадия охлаждения

Рисунок 5. – Последовательность приготовления кальциевых ПСМ

Процесс подготовки состоит из 5 этапов. Продукты, полученные на ступени 1-2, смешивают, затем смесь медленно нагревают.

На стадии 2-3 в результате взаимодействия молекул дисперсной среды и дисперсной фазы образуется ПСМ. Этот процесс служит для поддержания продукта при одной и той же температуре в течение 20 мин.

На стадии 3-4 температуру нагрева смеси повышают выше температуры кипения воды.

На стадии 4-5 выбранную температуру поддерживают некоторое время для полного испарения воды в смеси. Этот процесс – необходимый этап формирования требуемой структуры ПСМ.

Образец ПСМ, полученный на 5-6, последнем, этапе, охлаждают. Охлаждение производится без перемешивания. Охлаждение должно быть быстрым, т.к. от него зависит формирование каркаса дисперсной фазы ПСМ и его качество.

Для полученных образцов маслянистого солидола ее проводили исходя из требований ГОСТ 1033-79². Путем определения нескольких показателей качества ПСМ были определены области его применения. Число

¹ Пат. РФ № 207614. Пластичная смазка / Ю.И. Блохин, И.А. Прокопьев, А.В. Усталов, Ю.С. Викторова.

пенетрации ГОСТ 1440³, температуру капля падения ГОСТ 6793⁴, массовую долю свободной щелочи NaOH ГОСТ 6707⁵, наличие свободных органических кислот ГОСТ 6707⁵, сохранение механических соединений, нерастворимых в соляной кислоте ГОСТ 6479⁶ и массовой доли воды проводили по ГОСТ 2477⁷.

Заключение. Таким образом, были определены состав и свойства фракции, выделенной из госсиполовой смолы.

По результатам проведенных исследований предложено ее использование в качестве заменителя дисперсной фазы при производстве антифрикционных пластических смазочных материалов [5; 8].

Было получено несколько композиций образцов с разным процентным содержанием. Установлено, что образец, приготовленный с добавкой от 3 до 8%, при проверке составов соответствует требованиям ГОСТ 1033 на солидол J. Композиции ПСМ, приготовленные путем добавления от 3 до 8%, могут использоваться в соединениях трения в диапазоне температур от -25 до 90 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тиллоев Л.И., Усмонов, Х.Р.У., Хамидов Д.Г. Техническая классификация отходов в газовых химических комплексах // *Universum: технические науки*. – 2020. – № 5(74). – С. 74–78.
2. Алоидинов С.Ж.У., Тиллоев Л.И., Хамидов Д.Г. Исследование показателей отработанного оксида алюминия // *Universum: технические науки*. – 2021. – № 5(86). – С. 5–9.
3. Хамидов Д.Г., Базаров Г.Р. Физико-химические основы процесса депарафинизации нефтепродуктов // *Вопросы науки и образования*. – 2017. – № 3(4). – С. 29–30.
4. Xamidov D., Fozilov S., Ismoilov M., To'raqulova M. Gossipol qatroni asosida olingan surkov materialining sifat ko'rsatkichlari // *Farg'ona davlat universiteti*. – 2024. – № 3. – С. 138.
5. Jumayev A.V., Xamidov D.G.A. Maydalangan silikagel kukunini plastik surkov moylari tarkibiga qo'shish va xossalari ta'sirini o'rganish // *Science and Education*. – 2022. – № 3(6). – С. 361–366.
6. Xamidov D.G.A., Temirov A.H. o'g'li. Parafinli neftlarning fizik-kimyoviy xossalari tahlili // *Science and Education*. – 2020. – № 1(9). – С. 30–36.
7. Xamidov D.G.A., Axmedov A.Z. Bioyoqilg'ilar olish sanoati va uning imkoniyatlari // *Science and Education*. – 2020. – № 1(9). – С. 154–156.
8. G'aybullayeva A.F., Tilloyev L.I., Xamidov D.G.A. Ishlatilgan motor moylarini shisha tolali filtrlar bilan suvsizlantirish jarayonini tadqiq qilish // *Science and Education*. – 2020. – № 1(9). – С. 170–178.

REFERENCES

1. Tilloev, L.I., Usmonov, Kh.R.U. & Khamidov, D.G. (2020). Tekhnicheskaya klassifikatsiya otkhodov v gazovyx khimicheskikh kompleksakh [Technical Classification of Waste in Gas Chemical complexes]. *Universum: tekhnicheskije nauki*, 5(74), 74–78. (In Russ., abstr. in Engl.).
2. Aloidinov, S.Zh.U., Tilloev, L.I. & Khamidov, D.G. (2021). Issledovanie pokazatelei otrabotannogo oksida alyuminiya [Study of the Performance of Spent Aluminum Oxide]. *Universum: tekhnicheskije nauki. tekhnicheskije nauki*, 5(86), 5–9. (In Russ., abstr. in Engl.).
3. Khamidov, D.G. & Bazarov, G.R. (2017). Fiziko-khimicheskie osnovy protsesssa deparafinizatsii nefteproduktov. *Voprosy nauki i obrazovaniya*, 3(4), 29–30. (In Russ.).
4. Xamidov, D., Fozilov, S., Ismoilov, M. & To'raqulova, M. (2024). Gossipol qatroni asosida olingan surkov materialining sifat ko'rsatkichlari. *Farg'ona davlat universiteti*, (3), 138. (In Uzbek).
5. Jumayev, A.V. & Xamidov, D.G. (2022). Maydalangan silikagel kukunini plastik surkov moylari tarkibiga qo'shish va xossalari ta'sirini o'rganish [Study of the Effect of Adding Crushed Silica Gel Powder to Plastic Lubricants and their Properties]. *Science and Education*, 3(6), 361–366. (In Uzbek, abstr. in Engl.).
6. Xamidov, D.G.A. & Temirov, A.H. o'g'li. (2020). Parafinli neftlarning fizik-kimyoviy xossalari tahlili [Analysis of the Physicochemical Properties of Paraffinic Oils]. *Science and Education*, 1(9), 30–36. (In Uzbek, abstr. in Engl.).
7. Xamidov, D.G.A. & Axmedov, A.Z. (2020). Bioyoqilg'ilar olish sanoati va uning imkoniyatlari [The biofuels industry and its potential]. *Science and Education*, 1(9), 154–156. (In Uzbek, abstr. in Engl.).
8. G'aybullayeva, A.F., Tilloyev, L.I. & Xamidov, D.G.A. (2020). Ishlatilgan motor moylarini shisha tolali filtrlar bilan suvsizlantirish jarayonini tadqiq qilish [Research on the process of dewatering used motor oils using fiberglass filters]. *Science and Education*, 1(9), 170–178. (In Uzbek, abstr. in Engl.).

Поступила 15.11.2024

² ГОСТ 1033-79. Универсальные смазки. – М., 1981. – 4 с.

³ ГОСТ 1440-78*. Приборы для определения пенетрации нефтепродуктов. Общие технические условия. – М., 1986. – 17 с.

⁴ ГОСТ 6793-74. Нефтепродукты. Метод определения температуры каплепадения. – М., 1974. – 3 с.

⁵ ГОСТ 6707-76. Смазки пластичные. Метод определения свободных щелочей и свободных органических кислот. – М., 1977. – 3 с.

⁶ ГОСТ 6479-73. Смазки пластичные. Метод определения содержания механических примесей разложением соляной кислотой. – М., 1974. – 3 с.

⁷ ГОСТ 2477-2014. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды. – М., 2014. – 7 с.

**STUDY OF PROPERTIES AND USE OF A SEPARATE FRACTION
OF GOSSYPOL RESIN**

D. KHAMIDOV, S. FOZILOV
(Bukhara Engineering-Technological Institute)

The work was carried out on gossypol resin, which was considered a waste product of the oil industry. The fractional composition and formula of gossypol resin are presented, and its physicochemical properties are analyzed. The chemical structure of the fraction isolated from gossypol resin is determined by infrared spectroscopic analysis. Preliminary studies are conducted to determine the composition and properties of this fraction. Its use as a raw material for obtaining secondary products is proposed. A scheme of thermal extrusion and a mechanism for obtaining molding plastic materials (PSM) from gossypol resin are presented.

Keywords: *gossypol resin, fraction, solvent, infrared spectroscopy, plastic lubricants, dispersed phase.*