

ISSN 2091-5527
№ 4/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК: 628.477.6

ПЕРСПЕКТИВЫ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ОТХОДОВ ЩЕЛОЧНОЙ ОЧИСТКИ ПИРОГАЗА

Азимова Ш.А.

Ташкентский химико-технологический институт

Аннотация: В работе рассмотрены перспективы вторичной переработки органических компонентов отходов щелочной очистки пирогаза, в частности масляной части жёлтого масла, ежегодное образование которого на Шуртанском газохимическом комплексе достигает 100–120 тонн. Масляная фаза выделялась методом термической обработки с последующим охлаждением и отстаиванием, после чего исследовалась с применением ИК-Фурье-спектроскопии. Впервые выполнена системная расшифровка спектров, позволившая установить преобладание алифатических углеводородов с примесью кислород- и сероорганических соединений. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования масляной части жёлтого масла в качестве ценного вторичного сырья для производства смазочных материалов, деэмульгаторов, топливных добавок и реагентов нефтехимического назначения. Проведённое исследование обосновывает перспективность вовлечения данного отхода в хозяйственный оборот, что соответствует принципам ресурсосбережения, «зелёной химии» и циркулярной экономики.

Ключевые слова: жёлтое масло, пирогаз, масляная фаза, переработка, ИК-Фурье-спектроскопия, углеводороды, вторичное сырьё.

Введение. Современная газохимическая промышленность функционирует в условиях растущих требований к экологической и ресурсной эффективности. Наряду с выпуском целевых продуктов переработки углеводородного сырья (этилен, пропилен, бензол и др.) образуется значительное количество побочных отходов, многие из которых не находят рационального применения. Одним из таких отходов является так называемое «жёлтое масло» – продукт, формирующийся при щелочной очистке пирогаза от кислых примесей.

На Шуртанском газохимическом комплексе (ШГХК) ежегодное образование жёлтого масла составляет около 100–120 тонн. При отсутствии эффективной системы утилизации данный побочный продукт накапливается и представляет потенциальную угрозу окружающей среде: загрязнение почв и водных объектов, образование стойких эмульсий, низкоразлагаемых в биосфере.

Однако многочисленные исследования показывают, что отходы подобного рода могут быть не только источником экологических рисков, но и ценным вторичным сырьём. Проблеме переработки сернисто-щелочных стоков и побочных продуктов щелочной очистки пирогаза уделялось внимание в ряде зарубежных и отечественных исследований. Так, в работах [1–7] акцент сделан на удалении серосодержащих соединений и их рекуперации, а в исследованиях [8–10] рассматривались методы термообработки, фильтрации и фракционирования. В мировой практике

описаны примеры успешного вовлечения побочных продуктов нефтегазовой переработки в состав смазочных материалов, деэмульгаторов, органических растворителей и добавок к битумам. Таким образом, изучение состава жёлтого масла и его фракций приобретает как научное, так и прикладное значение.

Особый интерес представляет масляная часть жёлтого масла, содержащая до 40–45 % углеводородных соединений от его общей массы [11–14]. Несмотря на это, её химическая природа исследована недостаточно, что существенно ограничивает возможности практического использования. В связи с этим актуальной задачей является комплексное исследование масляной фазы с использованием современных методов физико-химического анализа.

Методы и материалы. Образцы жёлтого масла были отобраны на производственных установках ШГХК. Для их предварительной обработки использовался метод термического отстаивания: 250 мл исходного масла нагревали до 135–145 °С в термостойком сосуде, выдерживали при этой температуре 30–40 минут и охлаждали до комнатной температуры. После 3,5 часов отстаивания смесь разделялась на три фазы: щелочную воду, твёрдую взвесь и масляную часть.

Масляная фаза отделялась с использованием лабораторной фильтрационной бумаги и делительной воронки, после чего образцы подвергались обезвоживанию на воздухе. Для исключения влияния влаги перед

спектральным анализом образец дополнительно подсушивался в эксикаторе.

ИК-Фурье-спектроскопия проводилась на спектрометре в диапазоне 4000–500 см⁻¹ с

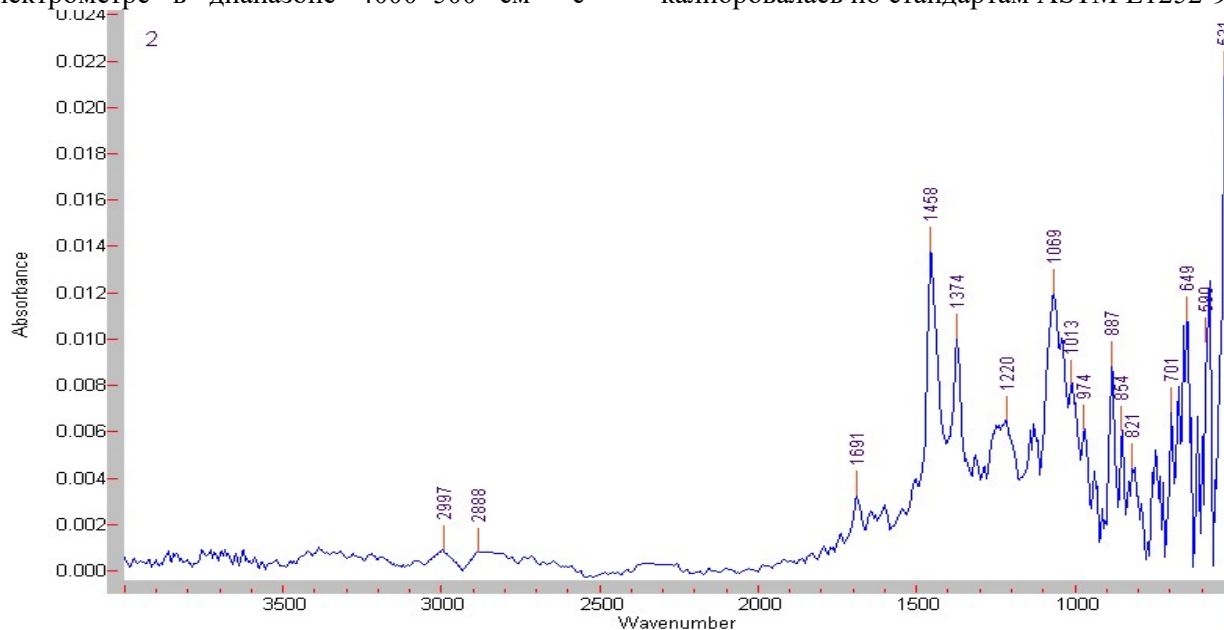


Рисунок 1. ИК-спектры масляной части отходного желтого масла

Результаты и обсуждение. ИК-спектр масляной фазы демонстрирует выраженные полосы поглощения в нескольких областях, что

использованием стандартных кювет из KBr (рис.1). Для повышения достоверности измерений аппаратура предварительно калибровалась по стандартам ASTM E1252-98.

указывает на комплексный состав образца. Основные пики приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Идентификация функциональных групп масляной части жёлтого масла

Волновое число, см ⁻¹	Характер колебаний	Интерпретация
2977, 2888	$\nu(\text{C-H})$	Алифатические –СН в насыщенных и ненасыщенных цепях
1691	$\nu(\text{C=O})$	Карбонильные соединения (альдегиды, кетоны)
1601	$\nu(\text{C=C})$	Непредельные углеводороды, ароматические структуры
1458, 1374	$\delta(\text{CH}_2, \text{CH}_3)$	Алифатические углеводороды
1220–1013	$\nu(\text{C-O}), \nu(\text{C-O-C})$	Простые эфиры, спирты, возможные продукты конденсации
971, 887, 827	$\delta(=\text{C-H})$	Ароматические кольца, олефины
764, 701	$\nu(\text{C-S}), \delta(\text{C-H})$	Сульфиды, ароматические структуры
649, 604, 531	$\delta(\text{аром.}), \nu(\text{S-S})$	Ароматические соединения, сероорганика

По совокупности данных можно выделить следующие группы соединений:

Алифатические углеводороды – парафиновые и олефиновые структуры, составляющие основу масляной фазы. Их присутствие подтверждается интенсивными полосами в области 2977–2888 см⁻¹ и 1458–1374 см⁻¹.

Карбонильные соединения – продукты окислительной деградации (альдегиды, кетоны). Они образуются в процессе взаимодействия углеводородов с кислородом и щелочью при высоких температурах.

Кислородсодержащие соединения – спирты и простые эфиры, формирующиеся в результате альдольной конденсации и перэтерификации.

Сероорганические компоненты – сульфиды, дисульфиды и тиолы, свидетельствующие о неполном удалении серосодержащих примесей пирогаза.

Ароматические структуры – продукты конденсации и полимеризации при высокотемпературной обработке.

Выявленные функциональные группы позволяют предложить два основных механизма образования масляной части жёлтого масла:

Полимеризация радикалов, возникающих при пиролизе углеводородного сырья, с последующей стабилизацией в щелочной среде.

Альдольная конденсация карбонильных соединений, приводящая к формированию олигомеров и сложных эфиров.

Исследованная масляная часть обладает широким спектром потенциальных применений:

- в качестве основы для смазочных материалов и деэмульгаторов;
- как компонент топливных добавок для улучшения свойств дизельных и тяжёлых фракций;

как сырьё для органического синтеза (получение ПАВ, пластификаторов, полимеров);

как источник сероорганических реагентов для ингибиторов коррозии.

Таким образом, масляная часть жёлтого масла является не отходом, а потенциальным источником вторичного сырья, способным снизить экологическую нагрузку и повысить эффективность производства.

Заключение. В результате проведённого исследования установлено, что масляная часть жёлтого масла, образующаяся на ШГХК при щелочной очистке пирогаза, представляет собой сложную смесь алифатических, карбонильных, кислородсодержащих, сероорганических и ароматических соединений. ИК-Фурье-спектроскопия позволила идентифицировать

основные функциональные группы и определить механизмы их образования.

На основании анализа показано, что масляная часть может быть использована в качестве вторичного сырья для производства смазочных материалов, топливных добавок, деэмульгаторов и реагентов для нефтехимии. Это открывает перспективы создания ресурсосберегающих технологий переработки жёлтого масла, соответствующих принципам «зелёной химии» и циркулярной экономики.

Дальнейшие исследования будут направлены на количественный анализ состава масляной фазы с использованием хромато-масс-спектрометрии, изучение её реологических характеристик и разработку технологической схемы промышленной переработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уринов А. А., Рахматов Б. Б. Анализ технологического процесса производства газопродуктов с целью разработки безотходных технологий. Молодой ученый, № 3 (107), 2016, с. 218–219.
2. Облокулов Ш. Ш. Полимеризация кротонового альдегида. Scientific Impulse, Т. 2, № 17, 2024, с. 1070–1085.
3. Тиллоев Л. И., Усмонов Х. Р., Хамидов Д. Г. Техническая классификация отходов в газовых химических комплексах. Universum: Технические науки, № 5-2 (74), 2020.
4. Кисленко Н. Н. Глубокая переработка углеводородного сырья с получением высоколиквидной продукции — перспективное направление развития газовой промышленности. «Научно-технический прогресс в технологиях переработки природного газа и конденсата». Сборник научных трудов ВНИИГАЗ, Москва, 2003, с. 7–16.
5. Мирзакулов Х. Ч., Кодиров О. Ш., Бердиев Х. У., Шарипова В. В. Исследование химического состава пироконденсата пиролизного производства. Universum: Технические науки: электронный научный журнал, № 9 (54), 2018.
6. Пициотти М. Использование сжиженных газов в качестве сырья для этиленовых установок. Нефть, газ и нефтехимия, № 4, 1980, с. 84–88.
7. Бондалетов В. Г., Бондалетова Л. И., Нгуен Ван Тхань. Использование жидких продуктов пиролиза углеводородного сырья в синтезе нефтеполимерных смол. Успехи современного естествознания, № 1–7, 2015, с. 1130–1133.
8. Blaschke M. Caustic Tower Fouling: Identifying the Causes. American Institute of Chemical Engineers, 15th Ethylene Producers Conference, New Orleans, Louisiana, March 30 – April 3, 2003.
9. Liu J., Wang L., Chen F., Hu W., Dong C., Wang Y., Han Y. Molecular Characterization of Hydrocarbons in Petroleum by Ultrahigh-Resolution Mass Spectrometry. Energies, 2023; 16(11):4296. <https://doi.org/10.3390/en16114296>.
10. Мол А. Повышение селективности процесса пиролиза. Нефть, газ и нефтехимия, № 2, 1981, с. 109–112.
11. Azimova Sh.A., Azimov D.M. Mechanism of formation and structure of waste yellow oil of the Shurtan Gas Chemical Complex. Ж.: “O‘zbekiston neft va gaz” ilmiy-texnika jurnali, Ташкент - 2023 №3, с.24-28.
12. Азимова Ш.А., Расулов Ш.М. Образование и перспективы переработки отходов газохимических комплексов. Kimyo va kimyoviy texnologiyaning dolzarb muammolari va yechimlari ilmiy-amaliy konferensiya (Navoiy, 2023), 56-57 b.
13. Азимова Ш.А., Расулов Ш.М. Разделение отходов газохимических комплексов на компонентные составляющие. Kimyo va kimyoviy texnologiyaning dol-zarb muammolari va yechimlari ilmiy-amaliy konferensiya (Navoiy, 2023), 53 b.
14. Azimova Sh.A., Rasulov Sh.M. Gaz-kimyo majmualaridagi chiqindilarni tarkibiy qismlarga ajratish. “Farg‘ona vodiysida fan va texnologiya” ilmiy konferensiya, Namangan shahri, 2023 yil 11-12 may. – 352-353-b.

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Собиров Ж.С., Самандаров Х.О., Ибадуллаев А., Тешабаева Э.У. Эластомерная композиция со специфическими свойствами	67
Негматов С.С., Намозов С.С., Саидкулов С.А., Негматова К.С., Абед Н.С., Султанов С.У., Жовлиев Ш.Х., Шодиев Х.Р., Дусмурадов Э.Б. Исследование и разработка эффективных составов антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе	71
Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Каримов К.А., Мардонакулов Ш.У. Состав флюса для восстановления алюминия из его оксидов	75
Adinayev X.A. Shaffof-rangsiz shisha namunalari sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalari	76
Yakubov M.M., Sunnatov J.B., Maqsudxo‘jayeva M.S. Mineral va texnogen xom ashyolardan nodir metallar eritish usuli bilan ajratib olishni tadqiq etish	79
Yusupov Sh.F., Yusupov S.K., Kadirov H.E., Temirov G.B., Yusupov D.B. Rheological characterization of sulfanol-based surfactant systems	81
Сайназарова М.М. Совершенствование рецептурно-технологических решений эластомерных композиций	83

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Мардонакулов Ш.У., Каримов К.А., Турахужаева Ш.Н., Махмудов Ф.М., Носирхужаев И.А. Тураходжаев Н.Д. Обеспечение ресурсосбережения при плавке алюминиевых сплавов	86
Yodgorov B.O., Komilov Q.O‘., Kurbanova A.Dj., Muxamedov G‘.I. Filtrlanishiga qarshi ekran sifatida karbamido-formaldegid oligomeri asosidagi interpolimer komplekslardan foydalanish	87
Ho‘jiyev Sh.T., Xolikulov D.B., Xaydaraliyev X.R., Javliyev S.S., Movlanov A.S. Sfaleritni marganes dioksidi bilan oksidlovchi tanlab eritishning termodinamik imkoniyatlarini baholash	90
Азимова Ш.А. Перспективы вторичной переработки органических компонентов отходов щелочной очистки пирогаза	93
Панжиев А.Х., Холлиева Ш.О., Шодмонов Б. Шўртаннефтгаз МЧЖ чиқинди экспанзер газлари асосида кальций цианамид олиш кинетикаси	96
Turakhujaeva Sh.N., Sharipov K.A., Karimov K.A., Mardonakulov Sh.U., Turakhujaeva A.N. The role of alloying elements in improving the mechanical properties of aluminum-magnesium alloys: an overview and an ecological analysis	99
Сайназарова М.М., Содикова М.Р., Абдумавлянова М.К. Использование вторичных технологических шлаков медно-молибденового производства в качестве ингредиента резиновых смесей	101
Турдиев Ш.Ш., Салохиддинов Ф.А. Анализ показателей конверсии сырья в процессе пиролиза	103
Каршиев М., Файзиев М.М. Исследование влияния вида обработки поверхности деталей почво-обрабатывающих машин на адгезионную прочность напыляемого покрытия	106

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Qayumjonov O.R., Yusupov M.O., Sherquziyev D.Sh. Tarkibida nikel, azot va NPK saqlagan ftalosiyanin pigmentining olinishi va infraqizil spektirini tadqiq qilish	108
Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Каримов К.А., Мардонакулов Ш.У., Тураходжаев Н.Д. Метод применения композиционного модификатора для плавки алюминиевых и магниевых сплавов	110
Turobov Sh.N., Boymurodov N.A., Xo‘jakulov A.M. Tarkibida volfram bo‘lgan texnogen chiqindilarni granulometrik tarkibini aniqlash bo‘yicha eksperimental tahlili	112
Турсунов А.С., Турдалиев У.М., Оразимбетова Г.Ж. Исследование структура глауконита по методом электронно-микроскопического анализа	117
Ermatov R.K., Doliyev G‘.A., Mamajanov S.B. Methods for obtaining electrode coatings from local raw materials	120