

СИНТЕЗ 2-АНТРАЦЕН КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Реформы Узбекистана в области топливно-энергетического сектора (политика глубокой модернизации производственных мощностей, а также технического и технологического переоснащения) направлены на увеличение производства экспортно-ориентированной готовой продукции на основе глубокой переработки углеводородного сырья и повышение её конкурентоспособности [1].

Одним из таких предприятий является ООО «Uz-Kor Gas Chemical», расположенное в Кунградском районе Республики Каракалпакстан. На этом предприятии одним из побочных продуктов переработки природного газа является «Тар-продукт». Общая годовая производственная мощность комплекса составляет 387 тысяч тонн полиэтилена и 83 тысячи тонн полипропилена. Кроме того, в процессе образуется более 102 тысяч тонн пиролизного дистиллята, 8 тысяч тонн пиролизного масла и 10 тысяч тонн тяжелой пиролизной смолы – «Тар-продукта» [2].

Сырьё, используемое для пиролиза в промышленных масштабах, обычно характеризуется разнообразием. Из научно-технической литературы известно, что в процессе пиролиза в качестве основного сырья используются: этан, пропан, бутаны, содержащиеся в связанных и перерабатываемых газах [3], природные и попутные газы, а также газовые фракции, образующиеся при переработке нефти.

«Тар-продукт» представляет собой тёмно-коричневую, стекловидную, слегка хрупкую твёрдую массу с плотностью $\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$, которая плавится при температуре 60–70 °С под нормальным атмосферным давлением и начинает кипеть при 270–280 °С. «Тар-продукт» хорошо растворяется в таких растворителях, как бензол, толуол, хлороформ, хлорид углерода (IV), ДМСО и ДМФ. Основной состав «Тар-продукта» включает би-, три- и полициклические ароматические углеводороды (60–85%), смолы и асфальтены (10–15%). В настоящее время, благодаря высокому содержанию ароматических углеводородов, «Тар-продукт» широко используется в качестве сырья для производства сажи и технического углерода [4].

Свойства растворения «Тар-продукта» в различных растворителях были изучены и представлены в следующей табл.

Таблица – Свойства растворения «Тар-продукта» в различных растворителях

№	Растворителях	Степень растворимости. 25±1 °С
1	Диметилформамид	72,4
2	Хлороформ	63,7
3	Ацетон	65
4	Метанол	67,6
5	Этилацетат	66,6
6	Бензол	58,3

С целью выявления, что «Тар-продукт» содержит антрацен, фенантрен и их гомологи, которые являются основой многих биологически активных веществ, на специально изготовленном устройстве была выделена фракция при температуре 180–360 °С. Выделенная фракция имеет чёрно-бурый, тёмно-сигарный цвет, без неприятного запаха, с температурой кипения 180–200 °С, плотностью $\rho = 1,13$ г/мл и при комнатной температуре остаётся в жидком состоянии без изменений.

Для определения фракционного состава «Тар-продукта» сначала было отобрано 700 мл фракции, выделенной методом перегонки при температуре 180–360 °С. Эта фракция с добавлением 3–4 г кипячительных гранул была помещена в колбу объёмом 1000 мл и установлена в перегонный аппарат (рис. 2). Температура повышалась с интервалом 10–15 °С в минуту, и перегонка началась при 180 °С. Из основной фракции были выделены фракции при 335–345 °С и 345–360 °С, которые затем подверглись анализу. Анализ показал, что первая фракция состоит примерно из 55–60% фенантрена, 38–43% антрацена и 1–2% флуорена. В составе второй фракции были в основном обнаружены гомологи антрацена и фенантрена.

Для выделения гомологов антрацена и фенантрена из «Тар-продукта» была переработана фракция при 345–360 °С. Сначала для выделения 2-метилантрацена было установлено, что этиловый спирт является хорошим растворителем, и переработка осуществлялась с использованием технического этилового спирта. Исходное сырьё нагревали с промышленным этанолом, затем после растворения посредством нагрева смесь оставляли охлаждаться до 50 °С и фильтровали. Далее фильтрат охлаждали до комнатной температуры и снова фильтровали. Отфильтрованную массу обрабатывали 10%-ным раствором серной кислоты до достижения рН 2–3, затем добавляли 10%-ный раствор гидроксида натрия до достижения рН 7–8 и фильтровали. Полученные кристаллы перекристаллизовывали из пиридина или этанола, продолжая процесс до получения кристаллов 2-метилантрацена с температурой плавления 200,5–203 °С. Для очистки 2-

метилантрацена его перегоняли из спирта, а полученный образец подвергался анализу ИК-спектра (рис. 1).

При анализе полученного ИК-спектра было установлено, что в области 3050 см^{-1} присутствуют валентные колебания связи С-Н в ароматическом кольце, в области $2918\text{--}2862\text{ см}^{-1}$ – валентные колебания, свидетельствующие о наличии группы СН₃ в молекуле, а в области $1620\text{--}1533\text{--}1494\text{--}1447\text{ см}^{-1}$ – валентные колебания, указывающие на наличие ароматического кольца.

Для синтеза антраценовой карбоновой кислоты в трёхгорловую колбу помещают 0,02 мол (3,84 г) 2-метилантрацена и растворяют в 50 г бензола. В 250 мл дистиллированной воды растворяют 0,04 мол (6,32 г) калиперманганата и добавляют этот раствор в колбу с раствором. Раствор нагревают до $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ и поддерживают при этой температуре в течение 4 часов, пока раствор не обесцветится.

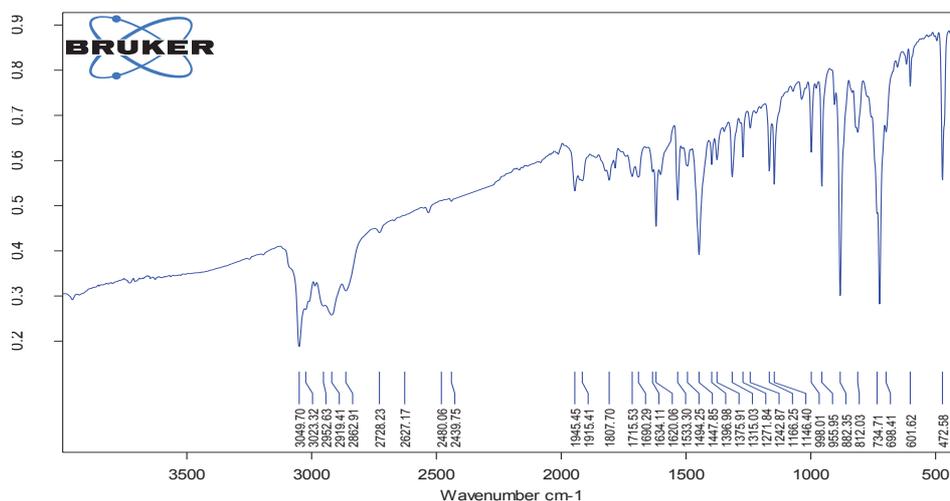


Рисунок 1 – ИК-спектр 2-метилантрацена

После обесцвечивания процесса реакция прекращается, раствор охлаждается до комнатной температуры, затем добавляется концентрированная соляная кислота до нейтрализации, и раствор тщательно перемешивается. Полученный раствор фильтруется через воронку Бюхнера, белые кристаллы дважды промываются горячей водой и охлаждаются, затем фильтруются снова. После этого кристаллы сушат при температуре $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ под низким давлением. Полученные белые кристаллы сушат на воздухе в течение 2-3 часов. Получено 3,2 г белых кристаллов 2-антраценкарбоновой кислоты. Выход реакции составил 72%. Полученные кристаллы анализируются с помощью ИК-спектра (рис. 2).

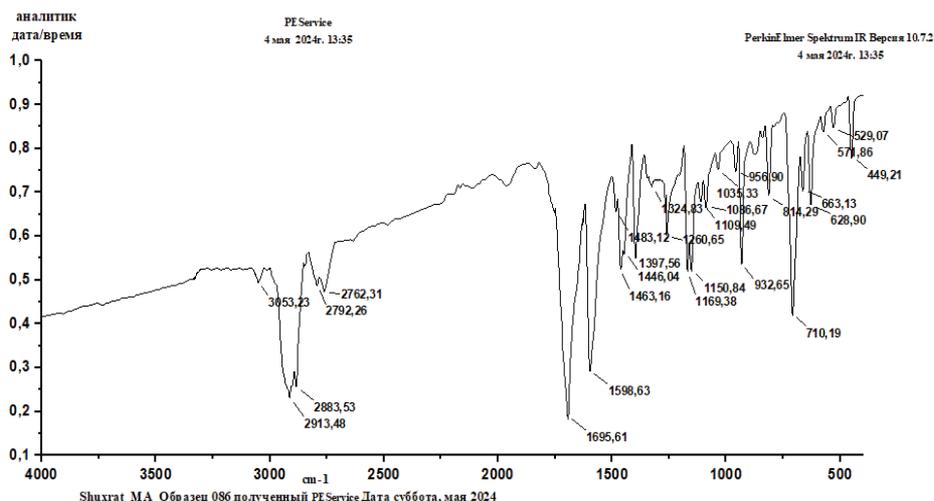


Рисунок 2 – ИК-спектр 2-антраценкарбоновой кислоты

При изучении температуры плавления полученных кристаллов было установлено, что температура плавления составляет 287–289 °С, плотность $d_{20} = 1,14 \text{ г/см}^3$. При анализе ИК-спектра в интервале 2762,31–2913,48 см^{-1} были выявлены валентные колебания ОН-группы, в 3053,23 см^{-1} – валентные колебания связи С-Н в ароматическом кольце, в 1696,61 см^{-1} – интенсивные поглощения, связанные с углеродильной группой С=О, а в интервале 1595,61–1463,15 см^{-1} – валентные колебания, указывающие на присутствие ароматического кольца.

В заключение можно сказать, что вторичный продукт, образующийся в процессе пиролиза углеводородов на предприятии ООО «Uz-Kor Gas Chemical» – тар-продукт – был переработан и исследован с использованием различных современных аналитических методов. Было установлено, что тар-продукт представляет собой смесь, содержащую ценные компоненты, такие как антрацен, фенантрен и их гомологи. Также было изучено, что переработанный тар-продукт может быть использован для синтеза товаров, которые могут быть как импортированы в нашу страну, так и ориентированы на экспорт.

ЛИТЕРАТУРА

1. G‘Aybullayev, S. A. (2024). Uglevododlar Pirolizi Jarayonining Kinetikasi. Journal Of Multidisciplinary Bulletin, 7(1), 137-142.
2. Oficialniy sayt SP ООО "Uz-Kor Gas Chemical" <http://www.uzkor.com/index.php/ru/deyatelnost> 2018 g.
3. Oygul Halimova., Orifjon Qodirov., Farida Badriddinova, O‘zbekiston Milliy //Universiteti Xabarlari, 2022, [3/2/1] Issn 2181-7324.

4. Nuraliyev Sh., Jo'Raboev F., O'zbekiston milliy //universiteti xabarlarlari, 2023, [3/2/1] ISSN 2181-7324.

5. Кодиров О. Ш., Мирзакулов Х. Ч., Бердиев Х. У., & Шарипова В. В. // Исследование химического состава пироконденсата пиролизного производства. Universum: технические науки, (9 (54)), 59-64.

6. Nuraliyev Sh.B., Nurmonov S.E. Synthesis Of Anthracene-2-Carboxylic Acid From Industrial Waste Secondary Tar-Product. Turin Polytechnic university in Tashkent «Advanced Science and Technology» Scientific conference (April 22-23, 2024).

УДК: 664.4:577.151.3

Д. Т. Мирзарахметова, д-р техн. наук, зав. кафедрой

М. М. Алимухамедова, магистрант

(Ташкентский Международный университет КИМЁ, Узбекистан)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЛАСТИНОЧНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *DUNALIELLA* *SALINA* ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНОКУЛЯТА

Для быстрого накопления биомассы микроводорослей применяются пленочные биореакторы, обеспечивающие насыщение питательными веществами, CO₂ и светом. Однако отсутствие пластин для увеличения поверхности и нерациональное распределение газовой смеси в этих устройствах замедляют рост микроводорослей и повышают энергозатраты.

В связи с этим разработана технология интенсивного выращивания микроводорослей.

Цель исследования – разработка биотехнологии для получения инокулята.

Объекты и методы исследований. В работе в качестве объекта использовали аральский штамм *Dunaliella salina AR-1*, предоставленные Институтом микробиологии АН РУз.

В работе применены классические методы культивирования микроводорослей: подсчет клеток под микроскопом и на пластинах для оценки плотности роста, определение биологической чистоты микробиологическими методами, измерение биомассы масс-спектрометрией и концентрации путем оптической плотности. Результаты обработаны дисперсионным и корреляционным анализами в Microsoft Excel 2010 при P≤0,05.

Изучены условия культивирования микроводорослей *Dunaliella*