УДК 691.175

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ПРИ КАЧЕСТВЕННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРОВ

THE USE OF VOLTAMMETRY IN THE QUALITATIVE IDENTIFICATION OF POLYMERS

Пономарев Виктор Александрович
студент,
Амурский государственный университет

Лоншаков Николай Алексеевич
студент,
Амурский государственный университет

Гужель Юлия Александровна
кандидат технических наук,
доцент,
Амурский государственный университет
chem@amursu.ru

Аннотация. Рассмотрена актуальность экспресс-метода для качественного определения полимеров, приведены основные способы идентификации полимеров, применяемые в настоящее время. Показано, что применение вольтамперометрии может быть актуально при идентификации полимерного сырья, особенно при сложностях или нецелесообразности использования классических методов.

Ключевые слова: идентификация полимеров, полистирол, поливинилхлорид, вольтамперометрия.

Ponomarev Victor Alexandrovich
Student,
Amur State University

Lonshakov Nikolay Alekseevich
Student,
Amur State University

Guzhel Yulia Alexandrovna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Amur State University
chem@amursu.ru

Annotation. The relevance of the express method for the qualitative determination of polymers is considered, and the main methods of polymer identification currently used are presented. It is shown that the use of voltammetry may be relevant in the identification of polymer raw materials, especially when using classical methods is difficult or impractical.

Keywords: identification of polymers, polystyrene, polyvinyl chloride, voltammetry.

Многообразие свойств полимеров обуславливают их широкое использование в быту и на производстве. Поэтому идентификация составляющих частей считается важной задачей экспериментальных исследований в области технологий их производства, применения и переработки. Последнее же имеет и экологическую повестку, так как при повторном использовании переработанного сырья значительно снижается вред, наносимый окружающей среде [1].

Поэтому Перед непосредственной переработкой полимерных изделий необходимо установить природу составляющих их полимеров, и с этой целью Таможенный союз утвердил Технический регламент ТС ТР 005/2011 «О безопасности упаковки», который предъявляет требования к маркировке упаковки: производитель обязуется указывать материал изготовления с помощью цифрового кода или аббревиатуры [2].

Тем не менее при переработке полимерных материалов данная маркировка может быть утеряна, к тому же данный регламент распространяется лишь на готовую продукцию, а не на сырьевую, что значительно снижает область его действия.

К сожалению, известные на сегодняшний день методы идентификации полимеров, такие как ИК- и УФ-спектроскопия, масс-спектрометрия, термогравиметрия (ТГ), дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) и т.д. занимают продолжительное время и требуют глубоких знаний в области анализа высокомолекулярных соединений. К тому же полученные результаты могут указывать сразу на несколько видов полимера, поэтому необходимо предварительное проведение ряда испытаний на характер горения, растворимость в различных растворителях, специфические качественные реакции и т.д., что достаточно трудоёмко [3].

Таким образом, в полимерной промышленности стоит острый вопрос разработки быстрых, универсальных, достаточно точных и легко обрабатываемых методов идентификации полимерных материалов. В качестве такого метода предлагается вольтамперометрический анализ, суть которого заключается в использованиее процессов восстановления продуктов термической деструкции полимера на поверхности ртутного капающего электрода.

Вольтамперометрия широко используется химиками-аналитиками для качественного и количественного определения различных органических и неорганических веществ. Специалисты в неорга-

нической, физической и биологической отраслях науки прибегают к вольтамперометрическим методам для исследования процессов окисления и восстановления в различных средах, механизмов реакций, процессов адсорбции, кинетики переноса электронов, термодинамических свойств сольватированных систем и др.

С учетом невозможности прямого определения типа полимера, для ихидентификации предлагается предварительное проведение их термической деструкции с образованием продуктов, которые затем и будут подвергаться вольтамперометрическому анализу. [4] Мономеры и другие звенья полимера, образующиеся при пиролизе, способны, как и другие органические соединения, восстанавливаться на поверхности ртутного капающего электрода. Иными словами, они характеризуются определенными значениями показателя полуволны, используемом как качественная характеристика исходной макромолекулы. [5] Таким образом, вольтамперометрия, как и большинство идентификационных методов, требует перевода в пригодную для анализа форму, однако данный процесс осуществляется обычной перегонкой и не требует дополнительных дорогостоящих приборов.

Установка для пиролиза исходного полимерного сырья состоит из колбы Вюрца, горелки, пробки с термометром, прямого холодильника, аллонжа, приёмника и бани со льдом. Перегонке подвергают 10 г исследуемого полимера (в работе исследовались полистирол и ПВХ). Отогнанные, сконденсировавшиеся и собранные в приёмник продукты пиролиза вновь перегоняют с целью устранения продуктов частичного разложения.

После повторной перегонки дистиллят деструкции полимеров анализировался на вольтамерометрическом анализаторе ТЕА 4000, для чего в ячейку помещают 0,1 мл полученных в результате пиролиза соединений и 10 мл 0,05 н. раствора галогенидов четвертичных аммониевых оснований в этаноле. Исследуемый раствор перед анализом продували азотом в течение 20 мин продуть азотом для удаления кислорода. В качестве рабочего электрода использовали ртутный капающий, в качестве электрода-сравнения – каломельный [6].

По полученным данным строились графики зависимости силы тока от приложенного напряжения и определялся потенциал полуволны. Последний зависит от качественных характеристик соединений, но не зависит от количественных, следовательно, может быть использован для их идентификации.

Список литературы:

1. Столярова П.С. Методы вольтамперометрии для исследования молекулярной массы синтетических полимеров / П.С. Столярова, М.М. Буранбаева, А.М. Козлов // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и экологической безопасности». – СПб., 2023. – С. 127–129.

2. Буранбаева М.М. Качественная идентификация полимерных соединений с использованием вольтамперометрии / М.М. Буранбаева, П.С. Столярова // Тезисы докладов 77-ой Международной молодежной научной конференции «НЕФТЬ и ГАЗ – 2023». – М., 2023. – С. 338–339.

3. Столярова П.С. Использование вольтамперометрии для анализа молекулярной массы полимерных соединений / П.С. Столярова, М.М. Буранбаева // Тезисы докладов 77-ой Международной молодежной научной конференции «НЕФТЬ и ГАЗ – 2023». – М., 2023. – С. 414–415.

4. Буранбаева М.М. Применение вольтамперометрии при определении природы полимеров / М.М. Буранбаева, П.С. Столярова, А.М. Козлов // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Современные тенденции развития химической технологии, промышленной экологии и экологической безопасности». – СПб., 2023. – С. 73–75.

5. Буранбаева М.М. Применение вольтамперометрии для определения природы и молекулярной массы полимеров / М.М. Буранбаева, П.С. Столярова, А.М. Козлов // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т. 76. – № 11. – С. 37–45.

6. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 284 с.

List of references:

1. Stolyarova P.S. Voltammetry methods for studying the molecular weight of synthetic polymers / P.S. Stolyarova, M.M. Buranbayeva, A.M. Kozlov // Proceedings of the IV All-Russian Scientific and practical Conference «Modern trends in the development of chemical technology, industrial ecology and environmental safety». – SPb., 2023. – P. 127–129.

2. Buranbayeva M.M. Qualitative identification of polymer compounds using voltammetry / M.M. Buranbayeva, P.S. Stolyarova // Abstracts of the 77th International Youth Scientific Conference «OIL and GAS – 2023». – M., 2023. – P. 338–339.

3. Stolyarova P.S. The use of voltammetry for the analysis of the molecular weight of polymer com-

pounds / P.S. Stolyarova, M.M. Buranbayeva // Abstracts of the 77th International Youth Scientific Conference «OIL and GAS – 2023». – M., 2023. – P. 414–415.

4. Buranbayeva M.M. The use of voltammetry in determining the nature of polymers / M.M. Buranbayeva, P.S. Stolyarova, A.M. Kozlov // Materials of the IV All-Russian scientific and practical conference «Modern trends in the development of chemical technology, industrial ecology and environmental safety». – SPb., 2023. – P. 73–75.

5. Buranbayeva M.M. Application of voltammetry to determine the nature and molecular weight of polymers / M.M. Buranbayeva, P.S. Stolyarova, A.M. Kozlov // Butlerov's messages. – 2023. – Vol. 76. – № 11. – P. 37–45.

6. Henze G. Polarography and voltammetry. Theoretical foundations and analytical practice. – M. : BINOM. Laboratory of Knowledge, 2008. – 284 p.