

3. When using the sensory system, clusters of real samples do not intersect with each other; in 100% of cases, all samples are uniquely recognized.

For a quantitative assessment of the correctness of recognition of methionine preparations from various manufacturers, the soft independent modeling of class analogies (SIMCA) was used. It is shown that the use of the sensory system such as “electronic tongue” significantly increases the percentage of correctly recognized samples compared to the registration of voltammograms on the single sensor.

The authors thank the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 18-03-00537) for the financial support of the study.

#### REFERENCES

- 1 Hoshi T., Heinemann S.H. Regulation of cell function by methionine oxidation and reduction. *J. Physiol.* 2001. Vol.531. No.1. P.1–11.
- 2 Revelsky I.A. The method of comparative physiological evaluation of pharmaceutical substances and preparations based on them. *Vestn. Roszdravnadzor.* 2009. №4. P.48.
- 3 Salazkin S.N., Shaposhnikova V.V., Machulenko L.N., Gileva N.G., Kraikin V.A., Lachinov A.N. Synthesis of polyarylenephthalides prospective as smart polymers. *Polymer Science, Ser. A.* 2008. Vol.50. No.3. P.243–259.
- 4 Murugavelu M., Karthikeyan B. Synthesis, characterization of Ag-Au core-shell bimetal nanoparticles and its application for electrocatalytic oxidation/sensing of l-methionine. *Materials Science and Engineering.* 2017. Vol.70. P.656–664.

И.С. Долгин, аспирант, П.П. Пурьгин, проф., д-р хим. наук.  
(Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
г.Самара )

### **СИНТЕЗ НОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ 4-МЕТИЛСТИРОЛА, 4-МЕТОКСИСТИРОЛА И $\alpha$ -МЕТИЛСТИРОЛА МЕТОДОМ ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ**

В настоящее время весьма актуальным является производство материалов на основе высокомолекулярных соединений. Преимущество таких материалов заключается в широкой области применения, небольшом весе, нетоксичности, особым спектром физико-химических и механических свойств. В данной работе представлены новые сополимеры на основе производных стирола и  $\alpha$ -

метилстирола. Данные сополимеры относятся к группе полимеров, которые повышают адгезию синтетических каучуков. Сополимеры стирола и  $\alpha$ -метилстирола могут быть использованы в качестве компонентов горячих покрытий из расплава и клеев. Полученные на основе этих сополимеров клеи, мастики и герметики очень чувствительны к давлению. Их основное применение – придание адгезии в эластомерных блок-сополимерах стирола, изопрена и полихлоропрена – эластомеров для получения клеев. Некоторые, но не все сополимеры, также эффективны, как составляющие для горячих покрытий и клеев-расплавов, где они демонстрируют хорошую совместимость и низкую температуру помутнения при смешивании. Сополимеры также могут быть использованы в качестве добавок к краскам и химическим покрытиям [1].

Целью данной работы является получение сополимеров  $\alpha$ -метилстирола с 4-метилстиролом и 4-метоксистиролом с различным мольным соотношением исходных мономеров.

Исходные мономеры – 4-метилстирол, 4-метоксистириол и  $\alpha$ -метилстирол – перегоняли в вакууме для освобождения от основной части ингибитора, затем полученные дистилляты мономеров непосредственно перед синтезом сополимера отмывались от остатков ингибитора трехкратно 5% раствором NaOH и затем дистиллированной водой до нейтральной реакции в делительной воронке. Инфракрасные спектры синтезированных образцов сополимера регистрировали на ИК-Фурье спектрометре Perkin Elmer Spectrum 100 (США) с приставкой НПВО.

**Эмульсионная сополимеризация 4-метилстирола и  $\alpha$ -метилстирола.** В четырехгорлую колбу объемом 250 мл помещают 20 мл дистиллированной прокипяченной воды и 0.03 г (1 ммоль) KOH. После растворения щелочи добавляют 0.12 г (0.42 ммоль) стеариновой кислоты. Содержимое колбы перемешивают на водяной бане при 40-45 °С в течение 20 мин, затем проверяют pH среды полученного раствора по универсальной индикаторной бумаге, величина среды должна соответствовать 9. Затем 5 мин продувают медленным током аргона полученный раствор стеарата калия, и далее всю реакционную смесь в течение всего оставшегося времени синтеза сополимера. К образовавшемуся раствору стеарата калия из капельной воронки добавляют смесь 4,8 мл (0.036 ммоль) 4-метилстирола и 1,6 мл (0.012 ммоль)  $\alpha$ -метилстирола и энергично перемешивают до образования эмульсии. В полученную смесь вводят раствор 0.025 г (0.1 ммоль) персульфата аммония в 2,5 мл дистиллированной воды. Далее вместо капельной воронки вставляют термометр и постепенно нагревают

реакционную смесь в течение 30 мин до 60 °С и поддерживают температуру 3 ч. Образовавшийся латекс выливают в химический стакан и разрушают 25% водным раствором хлорида калия (10 мл) при 50 °С. Осадок сополимера отфильтровывают на воронке Бюхнера, промывают несколько раз горячей водой до отсутствия реакции на хлорид-ион (проба с раствором нитрата серебра) и минимального количества остаточного эмульгатора (отсутствие пены от стеарата калия). Сополимер высушивают в термостате в течение 48 ч до постоянного веса при температуре 65 °С. Выход сополимера – 68% в пересчете на исходные мономеры [2].

**Эмульсионная сополимеризация 4-метоксистирола и  $\alpha$ -метилстирола.** В четырехгорлую колбу объемом 250 мл помещают 20 мл дистиллированной прокипяченной воды и 0.03 г (1 ммоль) КОН. После растворения щелочи добавляют 0.12 г (0.42 ммоль) стеариновой кислоты. Содержимое колбы перемешивают на водяной бане при 40-45 °С в течение 20 мин, затем проверяют рН среды полученного раствора по универсальной индикаторной бумаге, величина среды должна соответствовать 9. Затем 5 мин продувают медленным током аргона полученный раствор стеарата калия, и далее всю реакционную смесь в течение всего оставшегося времени синтеза сополимера. К образовавшемуся раствору стеарата калия из капельной воронки добавляют смесь 5 мл (0.033 ммоль) 4-метоксистирола и 1,5 мл (0.012 ммоль)  $\alpha$ -метилстирола и энергично перемешивают до образования эмульсии. В полученную смесь вводят раствор 0.025 г (0.1 ммоль) персульфата аммония в 2,5 мл дистиллированной воды. Далее вместо капельной воронки вставляют термометр и постепенно нагревают реакционную смесь в течение 30 мин до 60 °С и поддерживают температуру 3 ч. Образовавшийся латекс выливают в химический стакан и разрушают 25% водным раствором хлорида калия (10 мл) при 50 °С. Осадок сополимера отфильтровывают на воронке Бюхнера, промывают несколько раз горячей водой до отсутствия реакции на хлорид-ион (проба с раствором нитрата серебра) и минимального количества остаточного эмульгатора (отсутствие пены от стеарата калия). Сополимер высушивают в термостате в течение 48 ч до постоянного веса при температуре 65 °С. Выход сополимера – 62% в пересчете на исходные мономеры [2].

**Эмульсионная сополимеризация 4-метоксистирола и 4-метилстирола.** В четырехгорлую колбу объемом 250 мл помещают 20 мл дистиллированной прокипяченной воды и 0.03 г (1 ммоль) КОН. После растворения щелочи добавляют 0.12 г (0.42 ммоль) стеариновой кислоты. Содержимое колбы перемешивают на водяной бане при 40-45

°С в течение 20 мин, затем проверяют рН среды полученного раствора по универсальной индикаторной бумаге, величина среды должна соответствовать 9. Затем 5 мин продувают медленным током аргона полученный раствор стеарата калия, и далее всю реакцию смесь в течение всего оставшегося времени синтеза сополимера. К образовавшемуся раствору стеарата калия из капельной воронки добавляют смесь 2 мл (0.013 ммоль) 4-метоксистирола и 5,3 мл (0.04 ммоль) 4-метилстирола и энергично перемешивают до образования эмульсии. В полученную смесь вводят раствор 0.025 г (0.1 ммоль) персульфата аммония в 2,5 мл дистиллированной воды. Далее вместо капельной воронки вставляют термометр и постепенно нагревают реакцию смесь в течение 30 мин до 60 °С и поддерживают температуру 3 ч. Образовавшийся латекс выливают в химический стакан и разрушают 25% водным раствором хлорида калия (10 мл) при 50 °С. Осадок сополимера отфильтровывают на воронке Бюхнера, промывают несколько раз горячей водой до отсутствия реакции на хлорид-ион (проба с раствором нитрата серебра) и минимального количества остаточного эмульгатора (отсутствие пены от стеарата калия). Сополимер высушивают в термостате в течение 48 ч до постоянного веса при температуре 65 °С. Выход сополимера – 70% в пересчете на исходные мономеры [2].

Для полученного сополимера 4-метилстирола и  $\alpha$ -метилстирола по данным ИК спектроскопии определены следующие полосы поглощения,  $\text{см}^{-1}$ : 3047-C-H (Ar); 2920 (vas), 2852 (vs) –  $\text{CH}_3$  ( $\alpha$ -метилстирол) и  $\text{CH}_2$ ; 1512 – (Ar); 1445- $\text{CH}_2$  ( $\delta_{\text{ножн.}}$ ); 1020,5 –  $\nu(\text{C}-\text{NAr})$ ; .

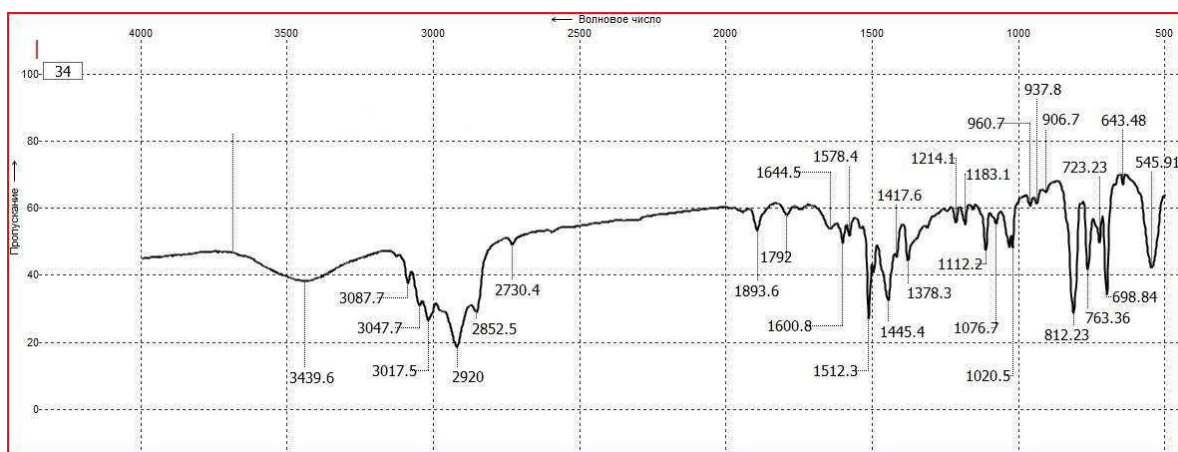


Рис.1. ИК спектр сополимера 4-метилстирола и  $\alpha$ -метилстирола

Для полученного сополимера 4-метоксистирола и  $\alpha$ -метилстирола по данным ИК спектроскопии определены следующие полосы поглощения,  $\text{см}^{-1}$ : 3028-C-H (Ar); 2922 (vas), 2850(vs) –  $\text{CH}_3$  ( $\alpha$ -метилстирол) и  $\text{CH}_2$ ; 1599, 1510 – (Ar); 1458- $\text{CH}_2$  ( $\delta_{\text{ножн.}}$ ); 1109 –  $\text{O}(\text{CH}_3)$ ; 1037 –  $\nu(\text{C}-\text{HAr})$ .

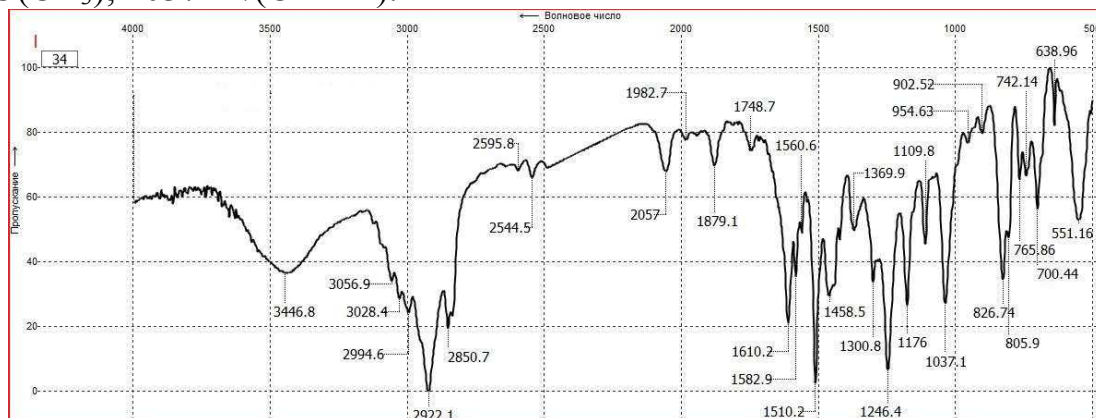


Рис.2. ИК спектр сополимера 4-метоксистирола и  $\alpha$ -метилстирола

Для полученного сополимера 4-метоксистирола и 4-метилстирола по данным ИК спектроскопии определены следующие полосы поглощения,  $\text{см}^{-1}$ : 3024-C-H (Ar); 2850 –  $\text{CH}_3$  (при бензольном кольце) и  $\text{CH}_2$ ; 1471 – (Ar); 1452- $\text{CH}_2$  ( $\delta_{\text{ножн.}}$ ); 1111 –  $\text{O}(\text{CH}_3)$ ; 1039 –  $\nu(\text{C}-\text{HAr})$ .

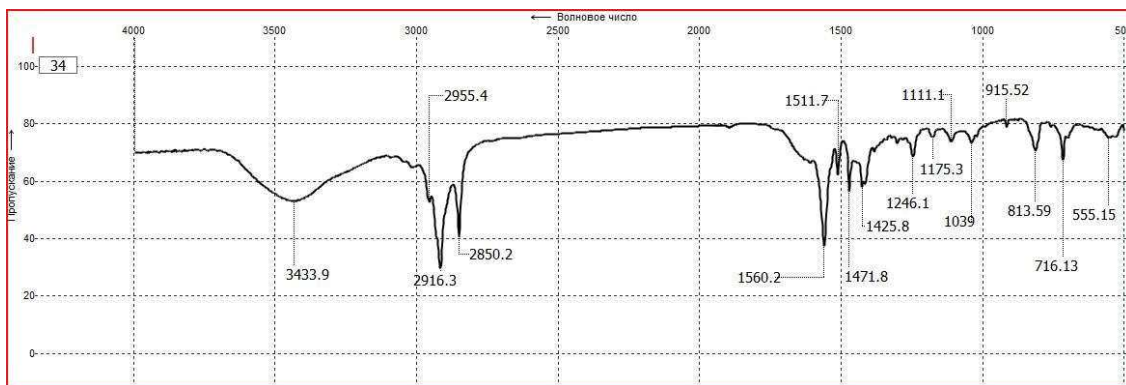


Рис.3. ИК спектр сополимера 4-метоксистирола и 4-метилстирола

### Выводы

1. Методом эмульсионной сополимеризации были получены три новых сополимера на основе 4-метилстирола, 4-метоксистирола и  $\alpha$ -метилстирола. Выход полученных продуктов составляет до 70%. Структура подтверждена методом ИК спектроскопии на ИК-Фурье спектрометре Perkin Elmer Spectrum 100.

2. В рамках дальнейшего исследования планируется провести анализ полученных веществ на значение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Modern Styrenic Polymers: Polystyrenes and Styrenic Copolymers. Edited by John Scheirs and Duane B. Priddy. John Wiley & Sons, Ltd. 2003. 744p.
- 2 Долгин И.С., Пурьгин П.П., Зарубин Ю.П., Получение сополимера стирола и  $\alpha$ -метилстирола с использованием различных анионных и неионогенных эмульгаторов. *Бутлеровские сообщения*. 2017. №11. С.138-142.

УДК 541.183:541.241.5

Е.О. Голуб, преподаватель,  
Н.П. Голуб, доц., канд. хим. наук,  
А.А. Козьма, доц., канд. хим. наук,  
В.И. Гомонай, проф., д-р хим. наук  
(Кафедра физической и коллоидной химии, химический факультет,  
Ужгородский национальный университет», г. Ужгород, Украина)

### КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОКИРНИЦКОГО КЛИНОПТИЛОЛИТА

Проблема поиска новых эффективных и дешевых катализаторов для двигателей внутреннего сгорания при использовании газообразного топлива для полного окисления компонентов природного газа, а также защите окружающей среды являются особенно актуальными.

Поэтому целью данной работы было исследовать сокирницкий клиноптилолит как катализатор в реакциях глубокого окисления компонентов природного газа  $C_1$ - $C_4$ -углеводородов.

В качестве катализатора использовали естественный клиноптилолит Сокирницкого месторождения (Закарпатье). С целью исследования его стойкости и влияния процесса термообработки на процесс формирования структуры твердой фазы, отмытый и высушенный при комнатной температуре клиноптилолит поддавали термообработке при различных температурах (от 273К до 973 К).

Свойства полученных образцов изучали с помощью современных методов физико-химического анализа: рентгенофазового анализа (РФА), дифференциального термического анализа (ДТА), ИЧ-спектро-