

- ✓ рекреационные зоны Заславского водохранилища.
- Выводы**
- ✓ внутренние водоемы Беларуси обладают значимым потенциалом волновой энергии (0,2-0,4 кВт/м).
- ✓ наиболее перспективными являются озера Нарочь и Вилейское водохранилище с техническим потенциалом 65-95 кВт.
- ✓ разработанная методика позволяет оценивать энергопотенциал конкретных водоемов с точностью  $\pm 15\%$ .
- ✓ для условий Беларуси оптимальны поплавковые преобразователи мощностью 1-5 кВт.
- ✓ дальнейшие исследования должны быть направлены на натурные испытания прототипов установок.

### **Список использованных источников**

1. Государственная программа "Энергосбережение" на 2021-2025 годы. – Минск, 2021.
2. Данные Белгидромета по ветровому режиму за 2015-2022 гг.
3. Фалалеев И.В. Возобновляемые источники энергии. – Минск: БНТУ, 2020. – 245 с.
4. Drew B. et al. A review of wave energy converter technology // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. – 2009. – Vol. 223. – P. 45-56.
5. Rusu E. Evaluation of the wave energy conversion efficiency in various coastal environments // Renewables. – 2014. – Vol. 2. – P. 12-25.

УДК 543.061+547.562.1

**Н.С. Красуцкая, И.В. Шапоров**  
БГТУ  
Минск, Беларусь

### **КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛА В СМЕСЯХ ДЛЯ POD-СИСТЕМ**

**Аннотация.** Мировое медицинское сообщество обеспокоено развитием такого состояния, как EVALI (E-cigarette and Vaping use-Associated Lung Injury), которое связывают с курением электронных сигарет и вейпов. Производители не всегда указывают полный химический состав жидкостей для POD-систем. Используя, качественные методы из арсенала аналитической химии, можно

установить наличие такого вещества как фенол в солевых смесях никотина, наиболее часто используемых молодёжью.

N. S. Krasutskaya, I.V. Shaparau

BSTU

Minsk, Belarus

## QUALITATIVE DETERMINATION OF PHENOL IN MIXTURES FOR POD-SYSTEMS

**Abstract.** The global medical community is concerned about the development of a condition known as EVALI (E-cigarette and Vaping use-Associated Lung Injury), which is associated with e-cigarette and vape use. Manufacturers do not always disclose the full chemical composition of their pod system liquids. Using qualitative analytical chemistry methods, it is possible to detect the presence of phenol in nicotine salt mixtures, which are most commonly used by young people.

Фенол – высокотоксичное соединение, оказывающее крайне неблагоприятное действие на живые организмы, относящийся к высокоопасным веществам (класс опасности 2) [1]. Данное вещество может вызывать острое и хроническое отравление при вдыхании, проглатывании или попадании на кожу. Острое отравление проявляется химическими ожогами, жжением, судорогами, нарушениями сердечной деятельности, снижением артериального давления, комой и остановкой дыхания. Хроническое воздействие может приводить к нарушениям работы нервной системы, анорексии, мышечной слабости, кожному зуду, выпадению волос, анемии и проблемам с печенью. Смертельная доза для человека при попадании внутрь – 1–10 г, для детей – 0,05–0,5 г [2].

POD-системы и электронные сигареты набирают с каждым годом все большую популярность среди подростков и молодежи, как альтернатива обычному курению, в первую очередь благодаря завуалированной агрессивной рекламе табачного лобби. Однако, мировое медицинское сообщество обращает внимание на проблему рост числа случаев повреждения легких, связанного с курением электронных сигарет и вейпов – EVALI (E-cigarette and Vaping use-Associated Lung Injury), официально подтвержденные случаи которой зафиксированы в РФ. Механизм возникновения данного клинического состояния пока не установлен [3].

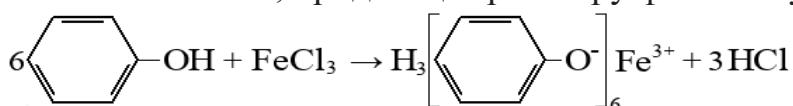
В состав жидкостей для POD-систем и электронных сигарет входят три основных компонента: никотин, пропиленгликоль, глицерин и несколько дополнительных такие как: ароматизаторы, сукралоза, этилмалтозол, охлаждающий агент и др. В Беларуси с 1 апреля 2022 г. введена сертификация нетабачной никотиносодержащей продукции. В ее

составе обязательно подлежат исследованию только три основных компонента: никотин, глицерин, пропиленгликоль, в отношении остальных нормативные документы на сегодняшний день отсутствуют.

Никотин для POD-систем и электронных сигарет может быть синтетический (производится двумя компаниями в США, для массового потребителя не рентабелен), щелочной или натуральный (получаемый методом десульфатирования), который в последующем модифицируется в солевые формы путем присоединения кислоты. При получении солевых форм такого никотина побочным продуктом часто выступает фенол.

Целью данной работы являлось проведение качественного анализа содержания фенола в образцах жидкостей для вейпинга бюджетной ценовой категории.

Известно, что для раствора фенола качественной реакцией является взаимодействие с  $\text{FeCl}_3$ , в результате чего образуется комплексная соль, придающая раствору фиолетовую окраску [4]:



Для проведения качественного анализа готовили водные растворы жидкостей для вейпинга (взвешенные навески ( $\sim 2-3$  г) жидкостей на аналитических весах (RADWAG AS/C/2/N 220 (Radwag Wagi Elektroniczne, Radom (Польша)) растворяли в дистиллированной воде). При обнаружении фенола в жидкостях для вейпинга проводили три параллельных опыта – с дистиллированной водой («холостой опыт»), с модельным раствором (водный раствор фенола с концентрацией 0,1 моль/л) и с анализируемыми водными растворами жидкостей для вейпинга. Сравнение аналитического эффекта анализируемого раствора с эффектами «холостого опыта» и модельного раствора позволяет сделать однозначный вывод о наличии фенола в водных растворах жидкостей для электронных систем доставки никотина и POD-систем.

Также качественное определение фенола в анализируемых образцах проводили методом тонкослойной хроматографии на пластинах TLC Silica gel 60 F<sub>254</sub> (MERCK (Германия)). Перед использованием пластины активировали прогревая их в течение 30 минут при температуре 100–105 °C. Далее исследуемые образцы были растворены в метаноле в соотношении 1:2. Затем стандартный раствор фенола и подготовленные пробы наносили микрокапиллярами на стартовую линию. Хроматографирование проводили в системе метанол–этилацетат–гексан в насыщенной парами растворителя камере. После подъема фронта элюента на 30 мм от старта пластины

извлекали и высушивали на воздухе. Первичную детекцию фенола проводили в УФ-свете при 254 нм. Для специфического выявления фенола хроматограмму обрабатывали водным раствором  $\text{FeCl}_3$ . Идентификацию фенола проводили путем сопоставления значений коэффициентов подвижности анализируемых проб с коэффициентом подвижности для стандартного раствора фенола, а также по характерному фиолетовому окрашиванию и совпадению пятен на хроматограмме стандартного раствора фенола.

Таким образом, используя комбинацию качественны методов, используемых в аналитической химии, было установлено, что все исследуемые жидкости для POD-систем с ярко выраженным запахом бюджетной ценовой категории содержали фенол. Следовательно, курение парящих электронных устройств нельзя назвать безопасной альтернативой курению обычных сигарет.

#### **Список использованных источников**

1. Харлампович Г.Д., Чуркин Ю.В. Фенолы. – М.: Химия, 1974. – 372 с.
2. Органическая химия. Спирты, фенолы. Простые эфиры. Альдегиды и кетоны: тексты лекций / И. П. Антоневич. – Минск: БГТУ, 2014. – 148 с.
3. EVALI болезнь вейперов: симптомы и лечение попкорновой болезни [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dnkom.ru/o-kompanii/stati/zabolevaniya/evali-bolezni-veyperov-simptomy-i-lechenie-popkornovoy-bolezni/>
4. Коваленко Н.А. Физико-химические методы анализа: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по химико-технологическим специальностям: в 2 ч. Ч. 2. – Минск: БГТУ, 2023. – 267 с.

УДК 504.03

**А.П. Кузнецова, П.С. Хабинец**  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, Россия

## **НОВЫЙ АТМОСФЕРНЫЙ МИКРОКЛИМАТ КИТАЯ: КАК ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА, НА ПРИМЕРЕ ВЕЛИКОЙ ЗЕЛЕНОЙ СТЕНЫ, МЕНЯЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ.**