

УДК 663.98

## **ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ НИКОТИНА И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ЭТИХ УСТРОЙСТВ**

**Остапченко Инна Михайловна**  
старший научный сотрудник

**Кочеткова Светлана Кузьминична**  
старший научный сотрудник, канд. хим. наук

**Дурунча Надежда Александровна**  
старший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки  
и табачных изделий», Краснодар

**Аннотация.** Раскрывается сущность понятия «электронная сигарета». Дается описание и принцип функционирования различных электронных систем доставки никотина. Приводятся результаты расширенного литературного поиска по проблеме исследования состава жидкостей для электронных систем доставки никотина.

**Ключевые слова:** никотин, электронные системы доставки никотина (электронные сигареты), жидкость для электронных систем доставки никотина, картридж, ароматизаторы, глицерин, пропиленгликоль, пар.

# ELECTRONIC SYSTEMS OF DELIVERY OF THE NICOTINE AND METHODS OF DEFINITION OF COMPOSITION OF LIQUIDS FOR THESE DEVICES

**Ostapchenko Inna Mikhaelovna**  
senior research associate

**Kochetkova Svetlana Kuzminichna**  
candidate of chemical science

**Duruncha Nadezhda Aleksandrovna**  
senior research associate

Federal public budgetary scientific institution «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Krasnodar

**Abstract.** The substance of the concept «electronic cigarette» reveals. The description and the principle of functioning of various electronic systems of delivery of a nicotine is given. Results of advanced literary search in a problem of a research of composition of liquids for electronic systems of delivery of a nicotine are given.

**Keywords:** a nicotine, electronic systems of delivery of a nicotine (electronic cigarettes), liquid for electronic systems of delivery of a nicotine, a cartridge, flavors, glycerin, propylene glycol, steam.

По способу употребления табачные изделия подразделяются на курительные и некурительные (нюхательные, жевательные, сосательные) [1].

Курительные изделия изготавливаются полностью или частично из смеси специально подготовленного табачного сырья и предназначены для курения.

Курение табака – использование табачных изделий в целях вдыхания табачного дыма, возникающего при тлении табака [1; 2].

Непосредственным продуктом потребления курительных изделий является табачный дым, представляющий собой аэрозольную смесь,

содержащую газовую, паровую и твердожидкую фазы продуктов сгорания табака.

В процессе курения сигареты имеют место два разных типа горения – вспышка при затяжке и тление в паузе между затяжками.

Главная струя дыма образуется во время затяжки и вдыхается курильщиком.

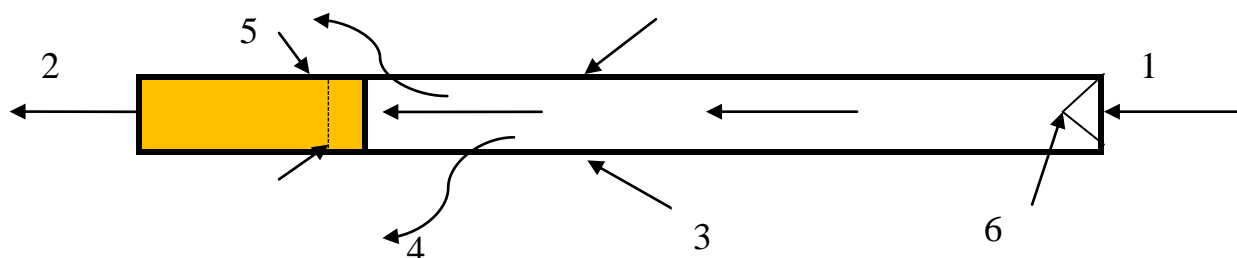
Побочная струя дыма образуется в период тления сигареты между затяжками.

Обе струи состоят из твердожидкой фазы и паровой фазы.

Твердожидкая фаза (влажный конденсат) видима и может быть выделена физической фильтрацией.

Основными компонентами твердо жидкой фазы являются смола, никотин и вода.

Паровая фаза состоит из газов, воздуха и газообразных продуктов сгорания табака. На рисунке 1 представлен механизм образования главной струи табачного дыма при курении.



- 1 – входящий поток воздуха при затяжке;
- 2 – выходящий поток, главная струя табачного дыма;
- 3 – приток воздуха через пористую сигаретную бумагу;
- 4 – диффузия табачного дыма через пористую сигаретную бумагу;
- 5 – разбавление струи дыма через вентиляционные отверстия фильтра;
- 6 – конус горения.

**Рис. 1. Схема образования главной струи табачного дыма**

При движении частиц в главной струе дыма во время затяжки, некоторые частицы удерживаются табаком, часть твердожидкой фазы задерживается в фильтре, но большая часть веществ табачного дыма поступает в организм курильщика.

Газообразные продукты сгорания движутся через сигаретный штранг (табачный жгут, обернутый сигаретной бумагой), их соотношение непрерывно меняется, так как они диффундируют из штранга, а газы воздуха диффундируют в штранг (рис. 1).

Во время пиролиза стабильные нелетучие вещества, например, никотин, ментол, вода и некоторые восковые вещества, перегоняются в струю дыма с неизменной структурой.

Другие углеводороды, альдегиды, спирты, кетоны и кислоты образуются при термическом распаде и становятся частью главной струи дыма.

В таблице 1 представлено соотношение химических веществ в составе табачного дыма.

Таблица 1

### Химический состав табачного дыма, %

Твердо-жидкая фаза		Органические компоненты в паровой фазе		Газовая фаза	
Не идентифицированные вещества	33	Эфиры	1	СО	3,5
Фенолы	2	Нитрилы	6	Метанол	5
Углеводороды	5	Летучие кислоты	7	О <sub>2</sub>	12
Спирты	7	Кетоны	9	СО <sub>2</sub>	13
Альдегиды, кетоны	9	Альдегиды	14	Н <sub>2</sub>	48
Кислоты	11	Вода	20		
Алкалоиды	6	Углеводороды	40		
Вода	27				
Твердые частицы	8-9				

★ Смолы

★ Никотин

Таким образом, табачный дым – является сложной аэрозольной дисперсной системой, включающей паровую, газовую, воздушную фракции, в которой присутствуют твердожидкие компоненты [3].

Твердожидкая фракция включает в себя полициклические ароматические углеводороды, стерины, кетоны, кислоты, фенолы и полифенолы, алкалоиды – вещества, негативно влияющие на здоровье курильщиков.

Задачи снижения риска заболеваний при курении за счет исключения продуктов сгорания при сохранении заданных количеств никотина, путем замены процесса горения на процесс нагрева и дистилляции летучих веществ и никотина, с одной стороны, и запрет на курение в общественных местах, с другой стороны, явились толчком для разработки и распространения так называемых «электронных сигарет».

В 2004 году в Пекине (Китай) фирмой SBT RUYAN Technology Development Company Limited на основании нескольких изобретений, запатентованных в Китае, разработана и выпущена первая электронная модель для имитации процесса курения обычной сигареты.

Устройство состоит из полый трубки, батарейки, картриджа с раствором никотина, нагревательного элемента, датчика давления, светящегося жидкокристаллического наконечника в торце устройства, имитирующего тление сигареты.

Конструкции первых моделей электронных сигарет включали: атомайзер (atomizer), внутри которого расположена нихромовая спираль, которая при нагреве, испаряет никотиновую или безникотиновую жидкость с добавлением ароматизатора табака или других ароматизаторов и превращает ее в аэрозоль, напоминающий по внешнему виду табачный дым.

В более поздних моделях электронных сигарет процесс нагрева заменен ультразвуковым испарением жидкости, заполняющей картридж.

Картридж представляет собой цилиндрический контейнер, в котором находится пористый материал, пропитанный жидкой композицией,

содержащей пропиленгликоль, глицерин, воду, ароматические добавки, различного содержания никотина, в зависимости от марки жидкости для заправки картриджей. При затяжке курительщик вдыхает струю парообразных веществ («дым»), содержащую никотин, воду, глицерин, пропиленгликоль и ароматические добавки.



**Рис. 2. Схема конструкции электронной сигареты**

Результаты исследований показали, что в процессе «прокуривания» электронных сигарет в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 3308-2015 «Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет (курительная машина)», в струе парообразных веществ «дыме», образующейся при нагреве жидкости, заполняющей картридж, содержится пропиленгликоля 29-94 %, глицерина до 52 %, никотина до 1,5 % от общей массы влажного конденсата [4; 5].

В настоящее время на рынке представлен широкий ассортимент подобной продукции под разными названиями: электронные сигареты, устройства для имитации курения, электронные испарители, снабженные встроенными и сменными картриджами, содержащими жидкие композиции с различными ароматическими добавками.

На конференции четвертой сессии Рамочной конвенции ВОЗ констатирован факт роста распространения продукта под названием «электронные сигареты» и дано общее определение для данных продуктов – электронные системы доставки никотина, разработанные для дыхательной системы (ЭСДН).

Электронные системы доставки никотина в процессе использования образуют высокодисперсный аэрозоль за счет интенсивного испарения малого количества жидкости (Е-жидкости).

Простота производства, позволяющая выпускать широкий ассортимент ЭСДН только за счет изменения типов ароматизаторов в составе Е-жидкости, явилась причиной бурного роста объемов производства и продаж ЭСДН как легального производства, так и подделок. В Китае только в одной провинции Баоан действуют более 600 предприятий по производству ЭСДН (электронных сигарет). В 2014 году китайские производители продали более 300 млн электронных сигарет в США и Европу [7].

Отсутствие регламентов производственных процессов, технических и гигиенических требований к качеству ЭСДН иногда является причиной присутствия в паре «дыме» опасных соединений, таких как тяжелые металлы, канцерогены, свинец, олово, никель, хром, оксиды кремния. Имеются сообщения о взрывах ЭСДН при перегревах литий-ионных аккумуляторов [5].

Бурное распространение ЭСДН среди курильщиков («парильщиков», «вэйперов») опережает разработку и введение актов государственного регулирования ЭСДН. В разных странах вопросы статуса ЭСДН, т.е. принадлежности к табачной или медицинской сфере обращения до сих пор окончательно не определены. В стадии разработки находится механизм акцизного налогообложения. Требования в части предельного содержания уровня никотина, объема картриджей и резервуаров для жидкостей являются предметом исследований. Нет единых

требований к содержанию информации для потребителей на упаковке о количестве никотина и ингредиентов, о предупреждении вреда для здоровья, о запрете для несовершеннолетних.

На рынке присутствует широкое разнообразие моделей ЭСДН, имеющих различия: по цвету и внешним признакам – в виде сигарет, курительных трубок, сигар; по продолжительности эксплуатации – одноразовые и многоразовые с возможностью самостоятельной дозаправки картриджей жидкостью для электронных сигарет (Е-жидкости).

Жидкости для дозаправки картриджей выпускаются с различным содержанием никотина и без никотина. Многообразие марок и наименований жидкостей для ЭСДН составляет более ста видов, в основном, за счет различных ароматизаторов [6; 7].

Проведение расширенного научного поиска по проблеме исследования состава жидкости для электронных систем доставки никотина показало, что в литературных источниках имеется информация о тестировании зарубежными аналитическими лабораториями отдельных образцов Е-жидкостей на содержание никотина, пропиленгликоля, глицерина и воды. Эти компоненты определяли методом газовой хроматографии с использованием различных методик [8; 9].

В настоящее время отсутствует стандартизированная методика определения никотина в жидкостях для электронных систем доставки никотина, имеющая межгосударственный статус, которая позволила бы установить и контролировать уровни содержания никотина в Е- жидкостях.

С точки зрения защиты прав потребителя, особенно актуальна и важна точность дозирования и соответствующее корректное указание содержания никотина в жидкостях для электронных сигарет.

Актуальность проблемы является основанием для проведения в ФГБНУ ВНИИТТИ разработки методики определения никотина в жидкостях для электронных систем доставки никотина.



Разработка методики определения никотина в жидкости включает определение условий хроматографирования и минимально-детектируемого количества никотине, выбор растворителя.

Предварительные исследования позволили установить алгоритм проведения анализа по новой методике: приготовление раствора с внутренним стандартом; приготовление стандартного и калибровочных растворов; построение калибровочного графика; подготовку проб образцов жидкостей и картриджей, содержащих жидкости для ЭСДН; хроматографирование исследуемых образцов; определение плотности жидкостей для ЭСДН; расчет содержания никотина в жидкостях по разработанным уравнениям; установление метрологических характеристик метода (повторяемость ( $r$ ) и воспроизводимость ( $R$ )).

В связи с разработкой в институте проекта национального стандарта ГОСТ Р «Электронные системы доставки никотина. Общие технические условия», по инициативе ФГБНУ ВНИИТТИ планируется проведение межлабораторных сравнительных испытаний по определению никотина в жидкостях для ЭСДН.

Методика определения состава жидкостей для электронных систем доставки никотина необходима для контроля ЭСДН уполномоченными органами, востребована организациями здравоохранения, контролирующими органами, испытательными лабораториями, научными центрами, образовательными учреждениями.

## Список использованных источников

1. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР/ТС 035/2014).
2. Дурунча Н.А. Результаты исследований современных табачных изделий по показателям безопасности и качества / Н.А. Дурунча, Т.А. Пережогина, И.М. Остапченко [и др.] // Естественные и технические науки. 2014. № 3. С. 183-187.
3. Мохначев И. Г. Химия и ферментация табака / И.Г. Мохначев, М.Г. Загоруйко. М., 1983. 248 с.
4. Кочеткова С.К. Исследование особенностей курения кальянных табаков и электронных сигарет / С.К. Кочеткова, И.М. Остапченко // Научное обеспечение производства сельскохозяйственной и пищевой продукции высокого качества и повышенной безопасности: матер. регион. науч.-практ. конф. (27-28 июня 2011 г., г. Краснодар). Краснодар, 2011. С. 249-256.
5. Кочеткова С.К. Исследование безопасности курения кальянных табаков и электронных сигарет / С.К. Кочеткова, И.М. Остапченко // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: материалы научно-практической конференции (23-24 июня 2011). Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2011. С. 302-306.
6. Алиша Форри, Эдди Харгрейвс. ЭСДН. Регулирование и наука // *Nicotiana Aristocratica*. 2015. № 4 С. 14-22.
7. E-Liquid Preliminary Proficiency Study // CORESTA E-Cigarette Task Force, Reference Report. 2015. March. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.coresta.org>
8. Electronic Cigarette Aerosol Parameters Study // CORESTA E-Cigarette Task Force, Reference Report. 2015. March. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.coresta.org>