https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-33-45
УДК 663.97.051.82: 66-911.38

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИКОТИНА В АЭРОЗОЛЕ ЭСДН РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Татьяна А. Зайцева, Татьяна А. Пережогина,
Светлана Н. Медведева, Любовь В. Кокорина

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»,
ул. Московская, 42, г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. Целью проведенного исследования явилось изучение особенностей сбора аэрозоля на различных видах электронных систем доставки никотина (ЭСДН) на лабораторной линейной курительной машине для разработки требований как к самим устройствам, так и к содержанию никотина в аэрозоле жидкостей для ЭСДН. Анализ данных по сбору аэрозоля на различных видах никотинсодержащей продукции (НСП) является актуальным и позволит в дальнейшем разработать рекомендации и предложения по установлению требований по безопасности к таким устройствам и составу продуцируемого аэрозоля. Так как производители позиционируют ЭСДН (е-сигареты) как устройства пониженного риска для здоровья, то изучение работы ЭСДН является актуальной задачей. Принцип работы устройств не связан с сжиганием табака как при курении сигарет. В статье представлены результаты анализа содержания никотина в твердожидкой фазе аэрозоля устройств ЭСДН. Рассмотрены вопросы оценки содержания никотина в аэрозоле твердожидкой фазы инновационных никотинсодержащих продуктов таких торговых марок, как «LUXLITE», «Von Erl My» и «eGo AIO». В настоящее время не выработан единый подход к регулированию НСП и контролю содержания токсичных веществ в аэрозоле, что приводит к использованию различных режимов сбора аэрозоля на лабораторных курительных машинах. В статье представлены параметры сбора аэрозоля, так как не существует нормативно-регулятивных мер по контролю безопасности электронных систем доставки никотина. Для определения содержания никотина в аэрозоле ЭСДН рекомендуется использовать метод ISO 20768, так как при использовании ISO 20768эксп стабильная работа устройств ЭСДН снижается. Установлено, что различные устройства продуцируют различное количество никотина по режиму сбора аэрозоля ISO 20768:2018. На содержание никотина в твердожидкой фазе аэрозоля ЭСДН оказывает влияние продолжительность затяжки, а содержание никотина в аэрозоле твердожидкой фазы ЭСДН зависит от индивидуальных особенностей работы устройств.

Ключевые слова: электронные системы доставки никотина (ЭСДН), твердожидкая фаза, аэрозоль, жидкости для ЭСДН (е-жидкости), никотин, сбор аэрозоля, устройства для парения, ВОЗ, инновационная продукция, сигареты

Для цитирования: *Исследование содержания никотина в аэрозоле ЭСДН различных конструкций / Зайцева Т.А. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 1. С. 33–45. https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-33-45*

STUDY OF NICOTINE CONTENT IN THE AEROSOLS OF ENDS OF VARIOUS DESIGNS

Tatiana A. Zaitseva, Tatiana A. Perezhogina, Svetlana N. Medvedeva, Lyubov V. Kokorina

FSBSI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», 42 Moskovskaya str., Krasnodar, the Russian Federation

Annotation. The aim of the research is to study the features of aerosol mixture on various types of electronic nicotine delivery systems (ENDS) on a laboratory linear smoking machine to develop requirements both for the devices themselves and for the nicotine content in aerosol of liquids for ENDS. The analysis of data on aerosol collection on various types of nicotine-containing products (NCP) is relevant and in the future will allow to develop recommendations and proposals for establishing safety requirements for such devices and the composition of the aerosol produced. Since manufacturers position ENDS (e-cigarettes) as low-risk for health devices, the study of ENDS is an urgent task. The principle of operation of the devices is not associated with the combustion of tobacco as when smoking cigarettes. The article presents the results of the analysis of the nicotine content in the solid-liquid phase of the aerosol of ENDS devices. The issues of assessing the content of nicotine in the aerosol of the solid-liquid phase of innovative nicotine-containing products of such brands as «LUXLITE», «Von Erl My» and «eGo AIO» have been considered. Currently, a unified approach to the regulation of NCP and control of the content of toxic substances in the aerosol has not been developed, which leads to the use of various modes of aerosol collection on laboratory smoking machines. The article presents the aerosol collection parameters, since there are no regulatory measures to control the safety of electronic nicotine delivery systems. To determine the nicotine content in ENDS aerosol, it is recommended to use the ISO 20768 method, since when using ISO 20768exp, the stable operation of ENDS devices decreases. It has been found that different devices produce different amounts of nicotine according to the ISO 20768: 2018 aerosol collection regime. The nicotine content in the solid-liquid phase of the ENDS aerosol is influenced by the duration of the puff, and the nicotine content in the aerosol of the ENDS solid-liquid phase depends on the individual characteristics of the device operation.

Keywords: electronic nicotine delivery systems (ENDS), solid-liquid phase, aerosol, liquids for ENDS (e-liquids), nicotine, aerosol collection, vaping devices, WHO, innovative products, cigarettes

For citation: *Study of nicotine content in the aerosols of ENDS of various designs / Zaitseva T.A. [et al.] // New technologies. 2021. Vol. 17, No. 1. P. 33–45. https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-33-45*

Использование электронных систем доставки никотина за последние несколько лет растет в геометрической прогрессии, что вызывает озабоченность медиков во всем мире. В состав жидкостей для ЭСДН входят, как правило, никотин, ароматизаторы, пропиленгликоль и глицерин. Уровень токсичности веществ, поступающих в организм человека при курении, значительно ниже тех, которые образуются при курении табака [4; 5].

Производители рекламируют эту инновационную продукцию как средство для отказа от курения сигарет. В большинстве случаев информация о химическом составе е-жидкостей отсутствует, однако в Решении VI сессии Конференции сторон рамочной конвенции ВОЗ предложено рассмотреть вопрос о запрете или регулировании ЭСДН. Особо отмечено, что реклама ЭСДН должна быть запрещена и что необходимо проведение дальнейших

исследований по установлению потенциального вреда ЭСДН [6].

Аэрозоль, образующийся при потреблении ЭСДН, содержит вредные для организма человека вещества, такие как: никотин, бензол, 3,4-бензпирен, формальдегид, ацетальдегид, акролеин и др. Исследования различных лабораторий подтверждают это [7–10]. Состав е-жидкости может содержать различное количество никотина, глицерина, пропиленгликоля, ароматизаторов и красителей [11–15].

Для идентификации различных компонентов аэрозоля, прежде всего, необходимо его получить и собрать методом, основанным на методе CORESTA CRM N 81 [17–18]. Для сбора аэрозоля был разработан международный стандарт ISO 20768:2018 [1; 2; 3; 16; 22].

В таблице 1 представлены параметры сбора аэрозоля ЭСДН по режиму ISO 20768.

Технические требования для лабораторной курительной машины, параметры и стандартные условия сбора аэрозоля определены в ISO 20768.

Таблица 1

Параметры сбора аэрозоля по режиму ISO 20768

Table 1

Aerosol gas phase collection modes according to ISO 20768 mode

Длительность затяжки, сек.	3 ± 0,1
Объем затяжки, мл	55 ± 0,3
Интервал между затяжками, сек.	30 ± 0,5

При проведении исследований для сбора аэрозоля по ISO 20768:2018 [19] использовали два режима: ISO 20768:2018 (ISO) и ISO 20768:2018 – экспериментальный ($ISO_{эксп}$), которые различаются между собой продолжительностью затяжки. Режимы сбора аэрозоля приведены в таблице 2.

Из данных, приведенных в таблице 2, видно, что условия сбора аэрозоля отличаются по длительности затяжки.

Сбор твердожидкой фазы аэрозоля [20; 21] образцов проводили на курительной машине линейного типа компании «Серулин» (Англия) марки «SM450» при следующих параметрах:

– температура, °C – 22 ± 2;

– относительная влажность воздуха, % – 60 ± 5.

Материалом для исследования послужили ЭСДН следующих типов:

– одноразовые е-сигареты марки «LUXLITE» со вкусом е-жидкости «American Blend Light» (рис. 1);

– со сменным картриджем «Von Erl My» (рис. 2) и е-жидкость со вкусом «Raw Tobacco Classic»;

Таблица 2

Условия сбора аэрозоля

Table 2

Aerosol collection conditions

Параметры	ISO 20768:2018	$ISO_{эксп}$ 20768:2018
Длительность затяжки, сек	3 ± 0,1	4 ± 0,1
Объем затяжки, мл	55 ± 0,3	55 ± 0,3
Интервал между затяжками, сек	30 ± 0,5	30 ± 0,5
Профиль затяжки	квадрат	квадрат

Рис. 1. *Одноразовые ЭСДН «LUXLITE»*

Fig. 1*. Disposable «LUXLITE» ENDS*

Рис. 2*. Общий вид ЭСДН со сменным картриджем «Von Erl My»*

Fig. 2*. General view of ENDS with «Von Erl My» replaceable cartridge*

– с перезаправляемой емкостью (баком (объем 2 мл)) **торговой марки** «eGo AIO» (рис. 3), в который заправляли е-жидкость с табачным вкусом.

В таблице 3 представлены наименования е-жидкостей для ЭСДН и их вкусо-ароматические характеристики.

На каждом устройстве проводился исчерпывающий сбор аэрозоля, то есть до полного испарения всего объема жидкости. Предварительные исследования показали, что при режимах, указанных в таблице 1, сбор аэрозоля для ЭСДН «LUXLITE» может быть произведен за 250–300 затяжек, для «Von Erl My» – за 300–350 затяжек, а для ЭСДН «eGO AIO» от 160 до 200 затяжек. В зависимости от конструкций устройства

Рис. 3*. Общий вид ЭСДН с перезаправляемой емкостью (баком) торговой марки «eGo AIO»*

Fig. 3*. General view of ESDS with a refillable container (tank) of «eGo AIO» trademark*

Таблица 3

Характеристика жидкостей для ЭСДН и количество используемых устройств

Table 3

Characteristics of ENDS fluids and number of devices used

Вид жидкости для ЭСДН	Количество устройств	Шифр обр.	Наименование	Вкус
Несменяемый картридж	4	C1	American Blend Full	табачный
Одноразовых ЭСДН «LUXLITE»	4	C2	American Blend Light	табачный
Картриджи для устройств «Von Erl My»	8	E	Raw Tobacco классик	табачный
Е-жидкость для «eGo AIO»	14	F	Tobacco	табачный

цикл сбора аэрозоля составлял по сорок (40) или пятьдесят (50) затяжек, который был определен как «блок сбора аэрозоля» [18; 22].

В данном исследовании для определения стабильности работы устройств ЭСДН «Von Erl My» и с перезаправляемой емкостью «eGo AIO» в аэрозоле, собранном от первой заправки по методу ISO 20768:2018 и от четвертой перезаправки жидкостью по методу ISO 20768:2018эксп., определяли содержание никотина в аэрозоле. Для определения стабильности работы устройств и содержания никотина в аэрозоле одноразовых устройств ЭСДН «LUXLITE» использовали методы ISO 20768:2018 и ISO 20768:2018эксп.

При сборе аэрозоля использовался квадратный профиль затяжки (табл. 2). Многочисленными исследованиями было установлено, что при сборе аэрозоля с использованием профиля затяжки в виде колокола, поток воздуха будет недостаточным для сбора аэрозоля в начале и в конце затяжек. При использовании профиля затяжки в виде квадрата поток воздуха постоянный и обеспечивает максимальный сбор образовавшегося аэрозоля. Если продолжительность или число затяжек увеличивается, то возрастает и количество генерируемого аэрозоля [18; 22; 23].

Ввиду того, что емкость фильтра из стекловолокна ø44 мм составляет около 850 мг аэрозоля, а также исходя из различной способности ЭСДН генерировать аэрозоль, то для всех видов устройств были проведены предварительные испытания для установления допустимого числа затяжек при сборе аэрозоля на один фильтр. Определено, что для ЭСДН марок «LUXLITE» и «Von Erl My» на один фильтр может быть собран аэрозоль от пятидесяти (50) затяжек, а для «eGO AIO» – сорок (40) затяжек [18; 22].

Никотин в аэрозоле ЭСДН определяли методом, основанном на методе CORESTA № 84 [24]. Принцип метода заключается в извлечении никотина из твердожидкой фазы аэрозоля экстрагентом и его количественном определении газохроматографическим методом с пламенно-ионизационным детектором.

Для определения никотина в твердожидкой фазе аэрозоля ЭСДН на анализ передавались фильтры первого, среднего и последнего блока затяжек.

На диаграмме (рис. 4) отображено содержание никотина в аэрозоле одноразовых ЭСДН «LUXLITE» при сборе аэрозоля по методам ISO 20768:2018 и ISOэксп. В первых, средних и последних блоках затяжек с двумя видами е-жидкости (табл. 3).

***Рис. 4**. Содержание никотина в аэрозоле одноразовых ЭСДН «LUXLITE» при сборе аэрозоля по методам ISO 20768:2018 и ISOэксп*

***Fig. 4.** Nicotine content in aerosol of disposable «LUXLITE» ENDS when collecting aerosol according to ISO 20768:2018 and ISOexp methods*

Из данных, приведенных на диаграмме (рис. 4), видно, что при режиме сбора аэрозоля ISO 20768 устройства ЭСДН «LUXLITE» продуцировали никотин в аэрозоль стабильно во всех анализируемых блоках затяжек. Сбор аэрозоля на первом цикле с использованием ЭСДН «LUXLITE» прошел за 6 блоков затяжек.

При экспериментальном режиме сбора аэрозоля ISO 20768эксп. исчерпывающий сбор аэрозоля НСП был окончен за 5 блоков [18; 22]. Первые четыре устройства в первом блоке затяжек работали интенсивнее остальных. В среднем блоке два из четырех устройств показали очень низкий выход никотина. В итоге эти два устройства при сборе аэрозоля на последнем блоке затяжек сгорели и перестали продуцировать аэрозоль, а содержание никотина было равно нулю.

По сравнению с режимом ISO 20768 содержание никотина при интенсивном режиме сбора аэрозоля выше на 10%, что можно объяснить увеличением продолжительности затяжки до четырех секунд.

Устройства ЭСДН «LUXLITE» со вкусом «American Blend Light» (C2) в первом блоке затяжек показали равномерную работу. К третьему блоку содержание никотина значительно уменьшилось, а два устройства вышли из строя.

При использовании экспериментального режима не установлено стабильное продуцирование аэрозоля устройствами, поэтому этот режим не рекомендуется для сбора аэрозоля и дальнейшего определения содержания его компонентов. Для определения содержания никотина рекомендуется метод сбора аэрозоля ISO 20768.

На рисунке 5 представлена диаграмма, отражающая содержание никотина в аэрозоле твердожидкой фазы «Von Erl My» (устройства 1–8) в первом, среднем и последнем блоках затяжек при сборе аэрозоля по методу ISO.

Исчерпывающий сбор аэрозоля в первом цикле на ЭСДН «Von Erl My» прошел за 6 блоков затяжек. Анализируя результаты, приведенные на рисунке 5, следует отметить, что в первом

Рис. 5. *Содержание никотина в твердожидкой фазе аэрозоля ЭСДН «Von Erl My» (устройства E1–E8) в первом, среднем и последнем блоках затяжек при сборе аэрозоля по методу ISO 20768*

Fig. 5*. Nicotine content in the solid-liquid phase of ENDS «Von Erl My» aerosol (E1–E8 devices) in the first, middle and last puff blocks when collecting aerosol according to the ISO 20768 method*

и среднем блоках затяжек в аэрозоле устройств E1 и E2 содержание никотина было примерно равным, а в аэрозоле последнего блока затяжек его содержание уменьшилось.

Из восьми устройств ЭСДН при режиме ISO 20768 два устройства E4 и E7 показали нестабильное продуцирование аэрозоля, что отразилось на содержание никотина в аэрозоле (рис. 5). Остальные устройства работали стабильно и содержание никотина в аэрозоле последнего блока затяжек снизилось на 70–80% по сравнению с первым блоком затяжек.

Содержание никотина в твердожидкой фазе аэрозоля ЭСДН «Von Erl My» (устройства E1–E8), собранном по методу ISO 20768, составляет:

– в первом блоке от 0,009 до 0,0904 мг/затяжка;

– в среднем блоке от 0,0388 до 0,0936 мг/затяжка;

– в последнем блоке от 0,006 до 0,0736 мг/затяжка.

На рисунке 6 представлены диаграммы по содержанию никотина в аэрозоле твердожидкой фазы ЭСДН «Von Erl My» (устройства 9–14) по блокам затяжек при сборе аэрозоля по методу ISOэксп.

Сбор аэрозоля в первом цикле с использованием ЭСДН «Von Erl My» закончился за 8 блоков затяжек. Как видно из диаграммы, при сборе аэрозоля по экспериментальному методу содержание никотина в первом и среднем блоках возросло на 25% по сравнению с режимом прокуривания по методу ISO 20768:2018. К последнему блоку затяжек устройства практически перестали генерировать аэрозоль и содержание никотина резко снизилось. С учетом вышеизложенных результатов определения исследований можно сделать вывод о том, что устройства ЭСДН «Von Erl My» показали себя как не совсем надежные. Интенсивный режим ISO 20768эксп. не подходит для сбора аэрозоля и последующего определения никотина.

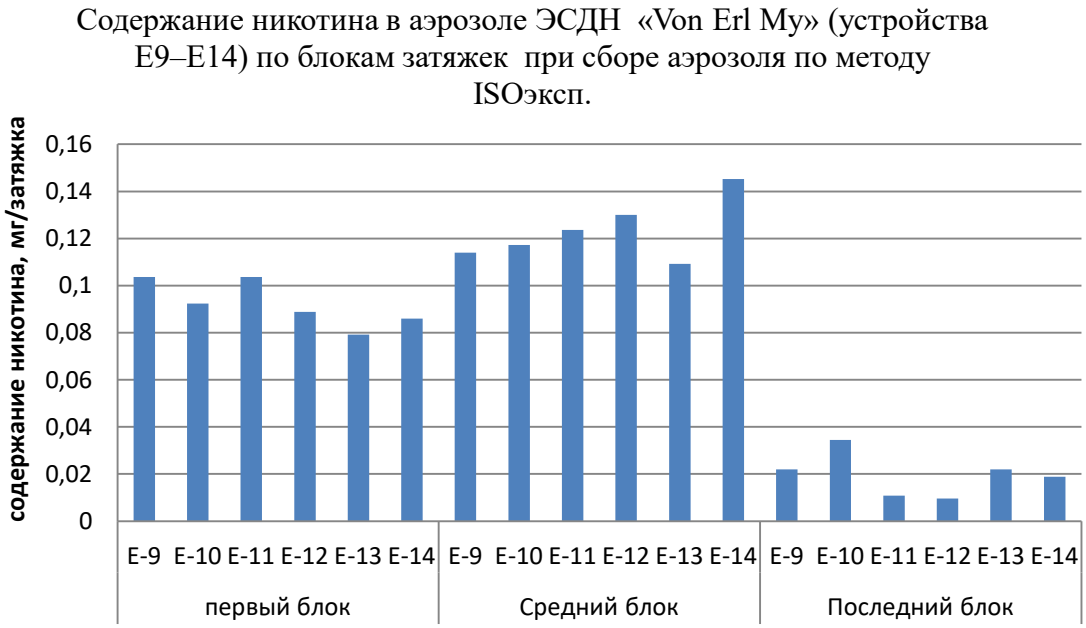

***Рис. 6**. Содержание никотина в твердожидкой фазе аэрозоля ЭСДН «Von Erl My» (устройства E9–E14) по блокам затяжек при сборе аэрозоля по методу ISOэксп.*

***Fig. 6**. Nicotine content in the solid-liquid phase of ENDS «Von Erl My» aerosol (E9–E14 devices) by puff blocks when collecting aerosol according to the ISOexp.*

Содержание никотина в аэрозоле ЭСДН торговой марки «Von Erl My» (устройства E9–E14), собранном по методу ISO 20768эксп, составляет:

– в первом блоке от 0,0792 до 0,1036 мг/затяжка;

– в среднем блоке от 0,1092 до 0,1452 мг/затяжка;

– в последнем блоке от 0,0096 до 0,0344 мг/затяжка.

На рисунке 7 представлена диаграмма, отражающая содержание никотина в твердожидкой фазе аэрозоля, собранном на ЭСДН «eGo AIO» (устройства F1–F8), в первом цикле сбора аэрозоля по режиму ISO 20768.

Сбор аэрозоля в первом цикле с использованием ЭСДН «eGo AIO» закончился за 3 блока затяжек. Из диаграммы, представленной на рисунке 7, видно, что количество никотина в аэрозоле снижается от блока к блоку. Четвертое устройство в первом и втором блоках работало интенсивнее всех, но к третьему блоку устройство продуцировало самое низкое содержание никотина. Остальные семь устройств работали неравномерно. В последнем блоке устройства продуцировали никотин в наименьшем количестве.

Содержание никотина в аэрозоле ЭСДН «eGo AIO» (устройства F1–F8), собранном по методу ISO 20768, составляет:

– в первом блоке от 0,1725 до 0,2635 мг/затяжка;

– в среднем блоке от 0,082 до 0,233 мг/затяжка;

– в последнем блоке от 0,0085 до 0,0735 мг/затяжка.

На рисунке 8 приведена диаграмма, отражающая содержание никотина в аэрозоле, собранном на ЭСДН «eGo AIO» (устройства F9–F14), в четвертом цикле сбора аэрозоля по режиму ISO 20768эксп.

Сбор аэрозоля в четвертом цикле с использованием ЭСДН «eGo AIO» был окончен за 3 блока затяжек. Анализ результатов, приведенных на рисунке 8, показал, что при четвертой перезаправке (цикле) устройств жидкостью F1 по режиму ISOэксп работало всего два

***Рис.** 7. Содержание никотина в твердожидкой фазе аэрозоля, собранном на ЭСДН «eGo AIO» (устройства F1-F8), в первом цикле сбора аэрозоля с жидкостью для ЭСДН Tobacco по режиму ISO 20768*

***Fig.** 7. Nicotine content in the solid-liquid phase of the aerosol collected on «eGo AIO» ENDS (device numbers of F1–F8) in the first cycle of aerosol collection with liquid for ENDS Tobacco according to ISO 20768*

устройства из шести, а четыре ЭСДН выработали свой ресурс. Работа устройств нестабильна. Сами устройства этой марки показали ненадежность в эксплуатации.

Установлено, что экспериментальный режим ISO 20768 не подходит для сбора аэрозоля и последующего определения содержания компонентов в аэрозоле.

Количество никотина в аэрозоле ЭСДН «eGo AIO» (устройства F9–F14), собранном по методу ISO 20768эксп, составляет:

– в первом блоке от 0,009 до 0,2125 мг/затяжка;

– в среднем блоке от 0,007 до 0,1765 мг/затяжка;

– в последнем блоке от 0,008 до 0,1295 мг/затяжка.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– для определения содержания никотина в аэрозоле ЭСДН рекомендуется проводить сбор аэрозоля по методу ISO 20768, так как при использовании ISO 20768эксп не обеспечивается стабильная работа устройств;

– конструктивные особенности ЭСДН влияют на продуцирование аэрозоля. Различные устройства продуцировали разное количество никотина по режиму ISO 20768:

– «LUXLITE» от 0,0264 до 0,0452 мг/затяжка;

– «eGo AIO» от 0,0085 до 0,2635 мг/затяжка;

– «Von Erl My» от 0,006 до 0,0936 мг/затяжка.

– На содержание никотина в твердожидкой фазе аэрозоля ЭСДН оказывает влияние продолжительность затяжки.

– Содержание никотина в аэрозоле твердожидкой фазы ЭСДН зависит от индивидуальных особенностей работы устройства.

– При сборе аэрозоля на ЭСДН «eGo AIO» наиболее часто отмечались перебои и отказы в работе ЭСДН.

***Рис. 8**. Содержание никотина в аэрозоле, собранном на ЭСДН «eGo AIO» (устройства F9–F14, в четвертом цикле сбора аэрозоля с жидкостью для ЭСДН Tobacco по режиму ISO 20768эксп*

***Fig. 8**. Nicotine content in aerosol collected on «eGo AIO» ENDS (devices F9–F14) in the fourth cycle of aerosol collection with liquid for ENDS Tobacco according to ISO 20768exp*

ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия», который был разработан и введен в России в 2018 году, распространяется на жидкости для ЭСДН и устанавливает требования к ним.

Приведенные в статье результаты исследований свидетельствуют о том, что необходимо регулировать содержание никотина в аэрозоле ЭСДН и установить требования к самим устройствам.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гнучих Е.В., Шкидюк М.В., Миргородская А.Г. Исследования инновационной продукции – электронных систем доставки никотина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 3. С. 265–271.

2. Шкидюк М.В., Миргородская А.Г., Матюхина Н.Н., Дон Т.А. Современные методы контроля никотиносодержащих продуктов / Гнучих Е.В. [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 8, № 2. С. 196–201.

3. Ambrose B.E. Cigarette Use Transitions: A Case Study from Waves 1 and 2 of the PATH Study. 2017 // Society for Research on Nicotine and Tobacco (SNRT) Pre-Conference Workshop: FDA's Population Health Standard: Balancing the Risks and Benefits in Regulatory Decision-Making, 2017.

4. Ambrose B.E. Cigarette Use Transitions: A Case Study from Waves 1 and 2 of the PATH Study. 2017 // Society for Research on Nicotine and Tobacco (SNRT) Pre-Conference Workshop: FDA's Population Health Standard: Balancing the Risks and Benefits in Regulatory Decision-Making, 2017.

5. Electronic Cigarettes: Assessment of Analytical Literature from 55 Studies Published Worldwide prior to November 2013 on Commercial E-Cigarettes [Electronic resource] // CORESTA E-Cigarette Task Force, Reference Report. May 2014. Access mode: http://www.coresta.org/] [Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes // Tob. Control. 2014. V. 23, Suppl. 2. P. 11–17.

6. Материалы Конференции сторон (КС-4) Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака (РКБТ ВОЗ). Уругвай, 2010.

7. Carbonyl compounds in electronic cigarette vapors-effects of nicotine solvent and battery output voltage // Nicotine Tob Res. 2014. No. 16. P. 19–26.

8. Levels of selected carcinogens and toxcants in vapour from electronic cigarettes // Tob Control. 2014. No. 23. P. 133–139.

9. Determination of carbonyl compounds generated from the electronic cigarette using coupled silica cartridgesimpregnated with hydroquinone and 2,4-Dinitrophenylhydrazine // Bunseki Kagaku. 2011. No. 60. P. 791–797; Carbonyl compounds generated from electronic cigarettes // Int J Environ Res Public Health 2014. No. 11. P. 192–200.

10. Пережогина Т.А., Дурунча Н.А., Остапченко И.М. Определение никотина в коммерческих образцах жидкостей для электронных сигарет // *Новые технологии*. 2017. Вып. 1. С. 48–52.

11. Dutra L.M., Glantz S.A. Electronic cigarettes and conventional cigarette use among US adolescents: a crosssectional // JAMA pediatrics. 2014. Vol. 168, No. 7. P. 610–617.

12. Position Statement on Electronic Cigarettes [ECs] or Electronic Nicotine Delivery Systems [ENDS] [Electronic resource] / International Union Against Tuberculosis and Lung Disease // 44th Union World Conference on Lung Health (Paris, 3 November 2013). Paris, 2013. 29 p. URL: https://www.theunion.org/what-we-do/publications/offi cial/ body/E-cigarette_statement_FULL.pdf

13. Adkison S.E., O'Connor R.J. Electronic nicotine delivery systems: international tobacco control four-country survey // American Journal of Preventive Medicine. 2018. No. 44 (3). P. 15–207.

14. Осипов Д.А. Место электронных систем доставки никотина в терапии никотиновой зависимости: современный взгляд на проблему // Вестник современной клинической медицины. 2018. Т. 11, вып. 2. С. 46–50.

15. Зайцева Т.А., Пережогина Т.А., Гнучих Е.В. Исследование содержания никотина и 3,4-бензпирена в твердожидкой фазе аэрозоля стиков электрических систем нагревания табака и табачного дыма сигарет // Новые технологии. 2020. Вып. 3 (53). С. 29–37.

16. ISO 20768:2018. Vapour products – Routine analytical vaping machine. Definitions and standard conditions, 2018. 7 p.

17. CORESTA Recommended method № 74. Determination of Selected Carbonyls in Mainstream Cigarette Smoke by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) [Electronic resource]. URL: https://www.coresta.org/ sites/default/files/technical_documents/main/CRM_74- Aug2019_0.pdf

18. Пережогина Т.А., Медведева С.Н., Зайцева Т.А. Определение общей массы аэрозоля электронных систем доставки никотина с помощью курительной машины линейного типа // Естественные и технические науки. 2019. № 9. С. 33–40.

19. World Health Organization, 2015. WHO Study Group on Tobacco Product Regulation: Report on the Scientific Basis of Tobacco Product Regulation. WHOTechnicalReportSeries, n. 989.

20. ГОСТ ISO 3308-2015 «Машина обычная лабораторная для прокуривания сигарет. Определения и стандартные условия».

21. ГОСТ ИСО 3402-2003 «Табак и табачные изделия. Атмосферные условия для кондиционирования и испытаний».

22. Пережогина Т.А., Попова Н.В., Еремина И.М. Особенности сбора аэрозоля различных видов электронных систем доставки никотина / Зайцева Т.А. [и др.] // Пищевая технология. 2020. № 4 (376). С. 102–106.

23. Состояние и перспективы мировых научных исследований по табаку, табачным изделиям и инновационной никотинсодержащей продукции: сборник научных трудов международной научной конференции (17 ноября 2020 г.). Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. 220 с.

24. CORESTA № 84 «Determination of glycerin, propylene glycol, water, and nicotine in the aerosol of e-cigarettes by gas chromatographic analysis».

REFERENCES:

1. Gnuchikh E.V., Shkidyuk M.V., Mirgorodskaya A.G. Research of innovative products – electronic systems for the delivery of nicotine // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018. Vol. 80, No. 3. P. 265–271.

2. Shkidyuk M.V., Mirgorodskaya A.G., Matyukhina N.N., Don T.A. Modern methods of control of nicotine-containing products / Gnuchikh E.V. [et al.] // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019. Vol. 8, No. 2. P. 196–201.

3. Ambrose B.E. Cigarette Use Transitions: A Case Study from Waves 1 and 2 of the PATH Study. 2017 // Society for Research on Nicotine and Tobacco (SNRT) Pre-Conference Workshop: FDA's Population Health Standard: Balancing the Risks and Benefits in Regulatory Decision-Making, 2017.

4. Ambrose B.E. Cigarette Use Transitions: A Case Study from Waves 1 and 2 of the PATH Study. 2017 // Society for Research on Nicotine and Tobacco (SNRT) Pre-Conference Workshop: FDA's Population Health Standard: Balancing the Risks and Benefits in Regulatory Decision-Making, 2017.

5. Electronic Cigarettes: Assessment of Analytical Literature from 55 Studies Published Worldwide prior to November 2013 on Commercial E-Cigarettes [Electronic resource] // CORESTA E-Cigarette Task Force, Reference Report. May 2014. Access mode: http://www.coresta.org/] [Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes // Tob. Control. 2014. V. 23, Suppl. 2. P. 11–17.

6. Proceedings of the Conference of the Parties (COP-4) of the WHO Framework Convention on Tobacco Control (WHO FCTC). Uruguay, 2010.

7. Carbonyl compounds in electronic cigarette vapors-effects of nicotine solvent and battery output voltage // Nicotine Tob Res. 2014. No. 16. P. 19–26.

8. Levels of selected carcinogens and toxcants in vapor from electronic cigarettes // Tob Control. 2014. No. 23. P. 133–139.

9. Determination of carbonyl compounds generated from the electronic cigarette using coupled silica cartridgesimpregnated with hydroquinone and 2,4-Dinitrophenylhydrazine // Bunseki Kagaku. 2011. No. 60. P. 791–797; Carbonyl compounds generated from electronic cigarettes // Int J Environ Res Public Health 2014. No. 11. P. 192–200.

10. Perezhogina T.A., Duruncha N.A., Ostapchenko I.M. Determination of nicotine in commercial samples of liquids for electronic cigarettes // New technologies. 2017. Issue. 1. P. 48–52.

11. Dutra L.M., Glantz S.A. Electronic cigarettes and conventional cigarette use among US adolescents: a crosssectional // JAMA pediatrics. 2014. Vol. 168, No. 7. P. 610–617.

12. Position Statement on Electronic Cigarettes [ECs] or Electronic Nicotine Delivery Systems [ENDS] [Electronic resource] / International Union Against Tuberculosis and Lung Disease // 44th Union World Conference on Lung Health (Paris, 3 November 2013). Paris, 2013.29 p. URL: https:// www.theunion.org/what-we-do/publications/of fi cial / body / E-cigarette_statement_FULL.pdf

13. Adkison S.E., O'Connor R.J. Electronic nicotine delivery systems: international tobacco control four-country survey // American Journal of Preventive Medicine. 2018. No. 44 (3). P. 15–207.

14. Osipov D.A. The place of electronic systems for the delivery of nicotine in the treatment of nicotine addiction: a modern view of the problem // Bulletin of modern clinical medicine. 2018. Vol. 11, No. 2. P. 46–50.

15. Zaitseva T.A., Perezhogina T.A., Gnuchikh E.V. Investigation of the content of nicotine and 3,4-benzpyrene in the solid-liquid phase of aerosol of sticks of electric systems for heating tobacco and tobacco smoke of cigarettes // New technologies. 2020. Issue. 3 (53). P. 29–37.

16. ISO 20768: 2018. Vapor products – Routine analytical vaping machine. Definitions and standard conditions, 2018. 7 p.

17. CORESTA Recommended method # 74. Determination of Selected Carbonyls in Mainstream Cigarette Smoke by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) [Electronic resource]. URL: https://www.coresta.org/ sites / default / files / technical_documents / main / CRM_74-Aug2019_0.pdf.

18. Perezhogina T.A., Medvedeva S.N., Zaitseva T.A. Determination of the total aerosol mass of electronic nicotine delivery systems using a linear-type smoking machine // Natural and technical sciences. 2019. No. 9. P. 33–40.

19. World Health Organization, 2015. WHO Study Group on Tobacco Product Regulation: Report on the Scientific Basis of Tobacco Product Regulation. WHOTechnicalReportSeries, n. 989.

20. GOST ISO 3308-2015 «Conventional laboratory machine for smoking cigarettes. Definitions and Standard Terms».

21. GOST ISO 3402-2003 «Tobacco and tobacco products. Atmospheric conditions for conditioning and testing».

22. Perezhogina T.A., Popova N.V., Eremina I.M. Features of collecting aerosols of various types of electronic nicotine delivery systems / Zaitseva T.A. [et al.] // Food technology. 2020. No. 4 (376). P. 102–106.

23. State and prospects of world scientific research on tobacco, tobacco products and innovative nicotine-containing products: collection of scientific papers of the international scientific conference (November 17, 2020). Krasnodar: Education-South, 2020. 220 p.

24. CORESTA № 84 «Determination of glycerin, propylene glycol, water, and nicotine in the aerosol of e-cigarettes by gas chromatographic analysis».

Информация об авторах / Information about the authors

Татьяна Александровна Зайцева, научный сотрудник лаборатории химии и контроля качества ФГБНУ ВНИИТТИ, аспирант

nikotana80@mail.ru

тел.: 8 (952) 824 91 42

Татьяна Анатольевна Пережогина, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией химии и контроля качества ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

Светлана Николаевна Медведева, научный сотрудник лаборатории химии и контроля качества ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», аспирант

cah-ek@mail.ru

Любовь Викторовна Кокорина, научный сотрудник лаборатории химии и контроля качества ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

Tatyana A. Zaitseva, a researcher of the Laboratory of Chemistry and Quality Control, FSBSI RSRITMTP, a postgraduate student

nikotana80@mail.ru

tel.: 8 (952) 824 91 42

Tatyana A. Perezhogina, a senior researcher, head of the Laboratory of Chemistry and Quality Control of FSBSI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»

Svetlana N. Medvedeva, a researcher, Laboratory of Chemistry and Quality Control, FSBSI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», a postgraduate student

cah-ek@mail.ru

Lyubov V. Kokorina, a researcher of the Laboratory of Chemistry and Quality Control, FSBSI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»

Поступила 15.01.2021
Received 15.01.2021

Принята в печать 01.02.2021
Accepted 01.02.2021