

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ МАССЫ АЭРОЗОЛЯ НИКОТИНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ КУРИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ЛИНЕЙНОГО ТИПА

Медведева С.Н., Зайцева Т.А., Медведев А.В.

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

Аннотация. В статье описан процесс сбора и образования аэрозоля систем доставки никотина (СДН) на курительной машине линейного типа на основе метода CORESTA № 81. Определены параметры исчерпывающего прокуривания СДН, а также факторы, влияющие на генерацию аэрозоля СДН.

Ключевые слова. Никотиносодержащая продукция, система доставки никотина (СДН), аэрозоль, жидкость для СДН.

DETERMINATION THE TOTAL MASS OF THE AEROSOL OF NICOTINECONTAINING PRODUCTS BY LINEAR SMOKING MACHINE

Medvedeva S.N., Zaytseva T.A., Medvedev A.V.

FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Russian Federation, Krasnodar

Abstract. The article describes the process of collecting and the formation of an system for nicotine delivery (SND) aerosol on a linear smoking machine based on the CORESTA method No. 81. The parameters for exhaustive smoking of SDN were determined, as well as factors affecting the generation of SND aerosol.

Keywords. Nicotine containing products, system for nicotine delivery (SND), aerosol, liquid for SND.

Анализ международных стандартов в области регулирования никотиносодержащей продукции показал, что Технический комитет 126 Международной организации по стандартизации (ISO) ведет разработку стандарта по определению содержания никотина, пропиленгликоля и глицерина в жидкостях для систем доставки никотина (СДН) и стандарта на лабораторную машину, предназначенную для сбора аэрозоля СДН. Проекты стандартов находятся в высокой степени готовности и могут быть приняты в ближайшие годы.

В настоящее время стандартизированная методика определения общей массы аэрозоля никотиносодержащей продукции с помощью курительной машины линейного типа отсутствует, и продукция на рынке не контролируется уполномоченными органами. Таким образом, существующая проблема определила актуальность цели исследования, проводимого лабораторией химии и контроля качества в 2018 г. – изучение возможности определения общей массы аэ-

розоля в жидкостях для СДН для дальнейшего определения компонентов аэрозоля.

Никотиносодержащая продукция предназначена для потребления путем вдыхания аэрозоля или пара, который образуется в результате нагревания табака или жидкости, содержащей никотин.

Наиболее распространенные и доступные в России производящие аэрозоль устройства СДН имеют нагревательный элемент в виде катушки сопротивления, емкость (бак) для жидкости, аккумулятор электроэнергии и систему активации при затяжке. Принцип работы заключается в генерации аэрозоля нагревательным элементом во время затяжки. Жидкость может длительно находиться в баке СДН, картридже для СДН, поступая через отверстия по мере необходимости, либо добавляться пользователем непосредственно на впитывающую среду по мере испарения. От мощности аккумуляторного блока, количества витков и материала спиралей, из которого она изготовлена, длительности затяжки зависит количество аэрозоля, генерируемого за один цикл работы. Состав жидкости варьирует и может содержать различное количество никотина и в разных пропорциях глицерин с пропиленгликолем, ароматизаторы и красители [1-3].

Сбор аэрозоля исследуемых образцов СДН проводили на 20-канальной курительной машине линейного типа Cerulean SM450 при следующих условиях:

- температура, °С 22 ± 2 ;
- относительная влажность, % 60 ± 5 ;
- скорость воздуха в зоне сбора аэрозоля, мм/с 200 ± 50 ;
- профиль затяжки прямоугольный.

Для устройств, которые позволяли регулировать мощность батареи и подачу воздуха, сбор аэрозоля проводили при максимальной мощности и при минимальной вентиляции.

Для сбора аэрозоля СДН использовали режим, в соответствии с методом CORESTA № 81 [4], параметры которого приведены в таблице.

Таблица

Характеристика параметров сбора аэрозоля

Параметры процесса	Режим CRM-81
Продолжительность затяжки, сек	$3 \pm 0,1$
Объем затяжки, мл	$55 \pm 0,3$
Пауза между затяжками, сек	$30 \pm 0,5$

Методика сбора аэрозоля заключалась в следующем:

- каждое устройство СДН взвешивали перед началом и по окончании сбора аэрозоля, а массу испаренной жидкости определяли гравиметрическим методом, основанным на законе сохранения массы веществ при химических превращениях;

- устройство СДН предварительно заряжали и соединяли мундштуком с ловушкой курительной машины;

- устройство располагали горизонтально;
- если в инструкции к СДН необходима была активация нагревательного элемента, то в момент начала затяжки, удерживали кнопку на протяжении затяжки $3 \pm 0,1$ сек и прекращали активацию в момент окончания затяжки;
- ловушку со стекловолокнистым фильтром взвешивали перед сбором аэрозоля и по его окончании. Массу собранного аэрозоля определяли гравиметрическим методом.

Расчет массы аэрозоля СДН:

$$m_{tpm} = (m_2 - m_1) \times 1000, \text{ мг}$$

где m_1 – масса ловушки до тестирования, г;

m_2 – масса ловушки после тестирования, г.

Для каждого устройства СДН проводили исчерпывающий сбор аэрозоля.

Сбор аэрозоля жидкостей для СДН осуществляли методом CORESTA № 81, который отличается от стандарта ISO 20778:2018 [5] профилем и продолжительностью затяжки. В настоящее время отсутствуют стандартизированные методики для сбора аэрозоля СДН.

На количество генерируемого аэрозоля оказывают влияние ряд факторов, включая само устройство (например, объем жидкости, напряжение, температура нагревательного элемента, материал из которого изготовлена спираль нагревательного элемента), настройка устройства, тип устройства и т.д.

На генерацию и состав аэрозоля могут оказать влияние такие параметры как время, объем и частота затяжки, профиль затяжки, количество затяжек, состояние заряда аккумулятора, время работы нагревательного элемента, подаваемое напряжение, степень вентиляции устройства и его ориентация при генерации аэрозоля на курительной машине.

Основным фактором, влияющим на количество образующегося аэрозоля, является продолжительность активации нагревательного элемента. Пока на нагревательный элемент поступает жидкость для СДН, количество образующегося аэрозоля будет увеличиваться пропорционально времени нагрева. Некоторые устройства могут автоматически ограничивать продолжительность активации нагревательного элемента.

Исследования показали, что увеличение и уменьшение объема затяжки не оказывает существенного влияния на количество генерируемого аэрозоля. Кроме того, при активации устройства происходит забор воздуха, необходимый для создания аэрозоля. Скорость воздушного потока может варьировать в зависимости от дизайна устройства.

В отличие от обычных сигарет, частота затяжек имеет ограниченное влияние на количество генерируемого аэрозоля, так как в перерыве между затяжками устройство находится в состоянии покоя, т.е. отключено. Увеличение частоты затяжек может незначительно увеличивать образование аэрозоля, при этом все остальные факторы остаются постоянными, так как температура нагревательного элемента остается повышенной. В отличие от прокуривания си-

гарет, при имитации тестирования СДН рекомендуется использовать прямоугольный профиль затяжки, так как при колоколообразном профиле затяжки скорость воздушного потока будет недостаточной для сбора аэрозоля в начале и конце затяжки. При использовании прямоугольного профиля затяжки поток воздуха будет постоянный, что обеспечит максимальное образование аэрозоля.

При увеличении количества затяжек возрастает количество образующегося и собранного аэрозоля. Важно следить за тем, чтобы не перегрузить емкость стекловолоконного фильтра, так как максимальная масса, которую способен удерживать фильтр Ø 44 мм, равняется примерно 850 мг аэрозоля. С увеличением вентиляции масса аэрозоля уменьшается при неизменности всех остальных факторов. Таким образом, наибольшее продуцирование аэрозоля достигается при минимальной настройке вентиляции.

В результате полученных данных по сбору аэрозоля были приняты критерии исчерпывающего прокуривания для различных СДН:

1. Если масса собранного на фильтре аэрозоля <12,5 мг, то сбор аэрозоля следует прекратить и считать этот блок последним, а фильтр с предыдущего блока прокуривания отдать на газохроматографический анализ для дальнейшего определения компонентов аэрозоля.

2. Если устройства с заправляемыми баками содержат малое количество жидкости и имеется тенденция уменьшения массы собранного аэрозоля на фильтре, то рекомендуется остановить процесс сбора аэрозоля, так как устройство вероятнее всего выйдет из строя (сгорит спираль нагревательного элемента).

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

- установлены параметры сбора аэрозоля СДН (начальный, средний и последний блоки затяжки);
- адаптированы специальные переходные устройства для присоединения СДН к порту курительной машины с целью сбора аэрозоля;
- установлены и приняты критерии исчерпывающего прокуривания для различных СДН;
- установлены количество и продолжительность затяжек для тестирования различных видов СДН.

Разработанный метод позволит объективно оценить компонентный состав аэрозолей СДН и станет фундаментальной базой для проведения дальнейших научных исследований.

Отсутствие в Российской Федерации требований безопасности, оценки соответствия, методической базы для контроля состава веществ, выделяемых в процессе эксплуатации никотинсодержащей продукции, является несомненным риском для потребителей. Для защиты потребителей необходима разработка и внедрение полноценной системы государственного технического регулирования никотинсодержащей продукции.

Литература

1. Dutra L.M., Glantz S.A. Electronic cigarettes and conventional cigarette use among US adolescents: a cross-sectional // JAMA pediatrics. 2014. Vol. 168. № 7. P. 610-617.
2. Position Statement on Electronic Cigarettes [ECs] or Electronic Nicotine Delivery Systems [ENDS] / 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/official/body/E-cigarette_statement_FULL.pdf.
3. 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. DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(2).46-50.
4. https://www.coresta.org/sites/default/files/technical_documents/main/CRM_70-updateFeb2018.
5. ISO 20778:2018 Cigarettes -- Routine analytical cigarette smoking machine -- Definitions and standard conditions with an intense smoking regime. <https://www.iso.org/standard/69065.html>