

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА В НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

Лушникова А.Ю.

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

Аннотация. В последние годы наблюдается растущий интерес к альтернативным видам никотинсодержащей продукции. Оксиды азота, входящие в состав как табачного дыма, так и газовой фазы аэрозоля табака нагреваемого, относятся к токсичным компонентам, оказывающим угнетающее воздействие на дыхательную систему, следовательно, определение и контроль этих веществ является актуальной задачей. В работе представлен обзор методов определения оксидов азота в табачном дыме, а также в аэрозоле табака нагреваемого. Сделан вывод об отсутствии единого метода определения этих компонентов. Приведено обоснование о необходимости разработки методики и внесения ее в государственный стандарт.

Ключевые слова. Оксиды азота, табак нагреваемый, никотинсодержащая продукция, аэрозоль, хемилюминесцентный газоанализатор.

ON THE QUESTION OF METHODS FOR THE DETERMINATION OF NITROGEN OXIDES IN NICOTINE-CONTAINING PRODUCTS

Lushnikova A.Yu.

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

Abstract. In recent years, there has been a growing interest in alternative types of nicotine-containing products. Nitrogen oxides, which are part of both tobacco smoke and the gas phase of heated tobacco aerosol, are toxic components that have a depressing effect on the respiratory system, therefore, the determination and control of these substances is an urgent task. The paper presents an overview of methods for determining nitrogen oxides in tobacco smoke, as well as in heated tobacco aerosol. It is concluded that there is no single method for determining these components. The rationale for the need to develop a methodology and include it in the state standard is given.

Keywords. Nitrogen oxides, heated tobacco, nicotine-containing products, aerosol, chemiluminescent gas analyzer.

Вопрос безопасности и контроля качества никотинсодержащей продукции (НСП) является актуальным для табачной отрасли, так как напрямую связан со здоровьем потребителей. Курительная табачная продукция регулируется техническим регламентом ТР ТС 035/2014. Однако в последние годы широкое распространение получила такая инновационная никотинсодержащая продукция как табак нагреваемый, являющаяся альтернативой традиционным табачным изделиям и принципиально отличающаяся по способу использования, а также образованию никотинсодержащего аэрозоля при нагревании табака без его горения и тления.

Изделия из табака нагреваемого классифицируются по способу нагревания. Выделяют три подкатегории:

- электрическая система нагревания табака (эСНТ) – изделие, состоящее из табачного сырья, которое нагревается при помощи электрического устройства [1]. Примерами таких изделий являются продукты под названиями: IQOS, Glo, lil, Plooms;

- аэрозольная система нагревания табака (аСНТ) – изделие, состоящее из табачного сырья, которое нагревается при помощи аэрозоля, генерируемого электрическим устройством [1]. Примерами данных изделий являются: Ploom TECH, Glo Sens, lil HYBRID;

- угольная система нагревания табака (уСНТ) – изделие, содержащее табачное сырье, которое нагревается тлеющим углем для получения никотинсодержащего аэрозоля [1]. Примерами таких изделий являются следующие продукты: Eclipse, Revo и Teeps.

Активный спрос на новые виды НСП привел к необходимости изучения токсичных компонентов, продуцируемых в аэрозоль, а также разработке методов определения этих веществ для контроля качества и безопасности продукции.

В процессе курения в зоне тления табака идет образование многих веществ, негативно влияющих на организм человека. При нагревании образование токсичных веществ снижается за счет отсутствия процессов горения и тления, вследствие более низких температур. Индикатором отсутствия горения и тления табака в процессе нагревания является содержание монооксида углерода (CO) и оксидов азота (NO, NO_x). Нагревание табака приводит к образованию аэрозоля с более низким содержанием оксидов азота (NO, NO_x). Это подтверждают ранее полученные результаты содержания оксидов азота в аэрозоле табака нагреваемого, которые варьировались от 4,2 до 51,4 мкг/стик. Концентрация 51,4 мкг/стик на порядок ниже, чем 571 мкг оксидов азота, обнаруженных в дыме контрольной сигареты 3R4F [2]. Подтверждением отсутствия процессов горения и тления при нагревании табака является определение содержания оксидов азота в газовой фазе аэрозоля.

До 1973 года оксиды азота (NO_x) в дыме сигарет определяли с помощью реакции Зальцмана или ее модификации. В некоторых методах применялись другие цветообразующие реагенты, но почти все методы были основаны на окислении оксида азота (NO) до оксида азота (NO₂) и абсорбции в растворе перед измерением на спектрофотометре или электрофотокolorиметре. Эти методики трудоемки и, как правило, только газовая фаза одного образца сигарет может быть проанализирована за один день [3,4].

В 1969 году метод спектрофотометрического определения NO в ультрафиолетовом спектре был представлен на 23-й Научно-исследовательской конференции химиков, занимающихся изучением табака и табачного дыма.

Общепризнано, что NO₂ присутствует в свежем дыме в очень низкой концентрации, но содержание его увеличивается со временем из-за окисления NO. Поэтому анализ должен выполняться сразу же после сбора газовой фазы аэрозоля.

Большинство аналитических методов анализа требуют одного часа времени для полного окисления NO до NO₂. В некоторых случаях эти вещества могут разлагаться в течение этого времени и полученные значения будут ошибочны.

Для анализа оксидов азота в последнее время используется хемилюминесцентный анализ, являющийся совокупностью методов количественного анализа состава вещества по хемилюминесценции.

В настоящее время международной организацией по стандартизации (ISO) разрабатывается стандарт ISO/AWI 23924 на метод хемилюминесцентного определения оксидов азота в газовой фазе дыма сигарет при интенсивном режиме прокуривания [5].

Существует несколько методов по определению оксидов азота в никотинсодержащей продукции: в дыме сигарет, газовой фазе аэрозоля табака нагреваемого.

Для количественной оценки оксидов азота в табачном дыме лаборатория Labstat использует метод Health Canada «Определение оксидов азота в табачном дыме T-110». Принцип метода состоит в генерации аэрозоля главной струи табачного дыма и сборе газовой фазы аэрозоля.

Одну сигарету прокуривают на однопортовой курительной машине и нефилтрованный аэрозоль основного потока собирают в камеру смешивания дыма от каждой затяжки последовательно. Затем концентрацию оксидов азота определяют с помощью хемилюминесцентного анализатора.

Компания British American Tobacco Group Research & Development разработала метод «Определение содержания оксида азота в табачном дыме». Метод применим для количественного определения оксида азота (NO) в дыме сигарет при помощи ротационной курительной машины и хемилюминесцентного детектора.

Компания Philip Morris Products S.A. Research&Development для количественной оценки оксидов азота (NO, NO_x) разработала метод «Определение оксидов азота в аэрозоле эСНТ».

Сбор аэрозоля происходит с помощью линейной машины Cerulean SM450 в мешок для сбора газа, с последующим подключением мешка к газоанализатору Ecophysics CLD811, который определяет оксид азота (NO), а также оксиды азота (NO_x) посредством хемилюминесценции.

Описанный метод применим для анализа газовой фазы аэрозоля эСНТ при режиме прокуривания, установленном Министерством здравоохранения Канады.

В 2021 году исследовательская группа CORESTA провела межлабораторные сличительные испытания (МСИ) по определению оксидов азота в дыме сигарет.

Участие в МСИ принимало 12 лабораторий. Все лаборатории использовали одну и ту же методику – определение оксидов азота с помощью поточного автоматического хемилюминесцентного газоанализатора.

На основании полученных результатов группа CORESTA рекомендует установить метод определения оксидов азота в дыме сигарет методом хемилюминесценции.

Выводы

Проанализированные зарубежные методы определения оксидов азота применимы в основном для табачного дыма. Метод определения оксидов азота в газовой фазе аэрозоля табака нагреваемого необходим для оценки безопасности продукции в рамках разрабатываемого технического регламента на никотинсодержащую продукцию.

Литература

1. CORESTA report Heated Tobacco Products (HTP): Standardized Terminology and Recommendations for the Generation and Collection of Emission 2020. URL: <https://www.coresta.org/heated-tobacco-products-https-standardized-terminology-and-recommendations-generation-and-collection> (21.03.2023).
2. Schaller J., Pijnenburg J., Ajithkumar A., Tricker A. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 3: Influence of the tobacco blend on the formation of harmful and potentially harmful constituents of the Tobacco Heating System 2.2 aerosol //Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2016. Volume 81. URL: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.10.016> (дата обращения: 21.03.2023).
3. Scherbak M.P., Smith T.A. A colorimetric method for the determination of total oxides of nitrogen in cigarette smoke// Analyst. 1970. Issue 1136. 95. S. 964-968. URL: <https://doi.org/10.1039/AN9709500964> (дата обращения: 30.03.2023).
4. Williams T.B. The Determination of Nitric Oxide in Gas Phase Cigarette Smoke by Non-dispersive Infrared Analysis // Beitrage zur Tabakforschung International. 1980. Volume10. No2. URL: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/cttr-2013-0474> (дата обращения: 01.04.2023). DOI: 10.2478/cttr-2013-0474.
5. ISO/AWI 23924 Cigarettes – Determination of nitrogen oxides in the vapour phase of cigarette smoke with an intense smoking regime – Chemiluminescence method. URL: <https://www.iso.org/standard/77350> (дата обращения: 02.04.2023).