

ОБЗОР МЕТОДИК ИССЛЕДОВАНИЙ АЭРОЗОЛЯ ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА

Гвоздецкая С.В.

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

Аннотация. Курение кальяна в реальном времени включает в себя множество факторов, которые могут влиять на выход различных компонентов, определяемых в аэрозоле табака для кальяна. Проанализированы различные подходы, включающие воспроизведение реального курения табака для кальяна. Определены параметры прокуривания табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания при проведении исследований в лабораторных условиях. Установлена необходимость включения в методику исследований описания конструкции и параметров кальянного устройства и массу пробы кальянного продукта.

Ключевые слова. Табак для кальяна, аэрозоль, кальян, параметры прокуривания, бестабачная смесь для кальяна.

REVIEW OF STUDY METHODS OF TOBACCO AEROSOL FOR HOOKAH

Gvozdetskaya S.V.

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

Abstract. Real-time hookah smoking involves many factors that can affect the yield of various components found in hookah tobacco aerosol. Various approaches are analyzed, including the reproduction of real tobacco smoking for hookah. The parameters of tobacco smoking for hookah and non-tobacco mixture for heating were determined during research in laboratory conditions. The necessity of including in the research methodology a description of the design and parameters of the hookah device and the mass of the sample of the hookah product has been established.

Keywords. Tobacco for hookah, aerosol, hookah, smoking options, non-tobacco mixture for hookah.

Воздействие употребления табака на здоровье зависит от многих факторов, в том числе от используемых продуктов: сигареты, электронные сигареты, сигары, сигариллы, табак для кальяна.

Разнообразны продукты для потребления никотина с использованием кальянной системы - табак для кальяна, бестабачная никотинсодержащая смесь для нагревания, курительные камни, ароматические заправки, пасты для кальяна и др.

Конструктивные особенности кальянной системы и качество используемого угля, при многообразии продуктов, приводят к вариативности получения данных по содержанию токсических компонентов в продуцируемом аэрозоле, следовательно, необходимо проводить исследования по

стандартизации протокола тестирования, определения конструкции кальянной системы и качественных характеристик угля.

Режим прокуривания на лабораторной курительной машине не в полной мере отражает поведенческий профиль человека, однако, количественный состав аэрозоля, полученный в результате машинного тестирования, может быть использован в качестве исходных данных для определения опасности продукта. Проанализированы результаты исследований, целью которых было определение модели реального курения кальяна для имитации курения в лабораторных условиях.

В исследованиях следует учитывать не только параметры прокуривания, но и величину пробы, параметры кальянной системы (размер колбы, шахты, шланга, тип чаши, объем воды в колбе, тип угля). В настоящее время нет единой методики исследований для кальянных продуктов, соответственно, используются разные подходы, что не позволяет корректно сравнивать результаты исследований.

При проведении исследований аэрозоля, проба табака для кальяна (навеска) составляет 8 - 10 г [1, 2]. Колба содержит 750 – 870 мл деионизированной воды [1, 3, 4].

Большая часть исследователей не указывает параметры кальянной системы, в некоторых работах указывается длина шахты кальяна – 25,4 см с диаметром 10-12 мм [1] и глубина погружения шахты в воду 25-39 мм [4,1].

Споры вызывают параметры прокуривания, так как у каждого курильщика индивидуальные особенности курения. Параметры курения можно измерить через отверстие, встроенное в шланг кальяна и подключенное к датчику давления, сигнал которого автоматически регистрируется и оцифровывается. Испытание данного устройства с участием 30 курильщиков кальяна показало, что средний объем затяжки составляет 0,531 мл, средняя продолжительность затяжки – 2,47 с, а средний интервал между затяжками – 16,28 с [5].

Одним из распространенных методов воспроизведения курения кальяна был разработан на основе совокупных измерений топографии затяжек у пользователей кальяна, сделанных во время исследований в Бейруте. Бейрутский метод прокуривания представляет собой 60-минутный режим курения, состоящий из 171 затяжки объемом 530 мл, с продолжительностью затяжки - 2,6с и с интервалом между затяжками - 17 с [6].

Исследователи также используют модифицированный вариант бейрутского метода, изменяя количество затяжек (105), при этом остальные параметры соответствуют Бейрутскому методу [7]. Может быть применим вариант со следующими параметрами: средний объем затяжки 1 л, продолжительность затяжки – 5 с, интервал между затяжками - 2,5 с, время курения - 50 мин., количество затяжек - 100 [2]. Shihadeh A. [7] разработал следующий режим курения кальяна: 100 затяжек, объем затяжки 300 мл, продолжительность затяжки 3 с, интервал между затяжками 30 с.

Для изучения токсических составляющих и биологических эффектов воздействия аэрозоля кальянных продуктов в более широком диапазоне, в некоторых исследованиях использовался подход «воспроизведения», при

котором записи топографии затяжек курильщиков кальяна воспроизводятся в мельчайших деталях с использованием цифровой курительной машины. Инновационная машина генерирует основной аэрозоль, автоматически «воспроизводя» записи топографии затяжки [9]. Преимуществом данного подхода является то, что он автоматически учитывает взаимодействие между характеристиками продукта (например, содержанием никотина, вкусом) и топографией затяжки. Например, сообщалось, что при использовании табака для кальяна с низким содержанием никотина опытные пользователи кальяна увеличивают частоту затяжек [10], что, вероятно, приводит к другому выходу токсикантов, чем при измерении режима курения, не учитывающего эту поведенческую разницу.

Важно отметить, по данным Blank et al [4], не наблюдается статистически значимой разницы, между использованием табачной и бестабачной смеси для кальяна на параметры прокуривания. Данные (таблица) были получены с помощью устройства, подсоединенного к кальянной системе.

Таблица

Параметры прокуривания табака для кальяна и бестабачной смеси для нагревания

Параметры прокуривания	Табак для кальяна	Бестабачная смесь для нагревания
Количество затяжек	66,3	71,2
Общий объем затяжки, л	57,0	55,7
Средний объем затяжки, мл	906,1	873,0
Продолжительность затяжки, с	3,9	3,7
Интервал между затяжками, с	47,5	45,8

Katurji et al [6] разработали метод, получивший название «Отбор проб на месте в реальном времени» (RINS). В данном методе аэрозоль кальянного продукта, продуцируемый курильщиком, улавливается с помощью портативного прибора с автономным питанием. Данный метод позволяет определять содержание никотина, СО и влажного конденсата.

Стандартные условия и параметры прокуривания табака для кальяна определены в ISO 22486:2019 [11]. Продолжительность затяжки составляет $2,6 \pm 0,1$ с, объем затяжки – $530 \text{ мл} \pm 10 \text{ мл}$, частота затяжки $20 \text{ с} \pm 0,5 \text{ с}$, количество затяжек – 175.

При потреблении табака для кальяна образуется большее количество СО, в основном из-за использования древесного угля, поэтому, для исключения влияния угля на состав аэрозоля, в данном стандарте используется электрическое нагревание продукта. Однако, существует потребность в разработке метода, связанного с определением СО. Данная необходимость была продемонстрирована различиями выхода СО и бензо (а) пирена. Температура (280°C), выбранная для электрического нагрева табачных изделий для кальяна в

стандарте ISO 22486, несколько ниже, чем температура, полученная при нагревании кальяна древесным углем, что приводит к получению низких показателей содержания никотина в аэрозоле [12].

Бубнов Е.А. [13] отмечает, что параметры прокуривания табака для кальяна могут отличаться в зависимости от физических возможностей легких курильщика, в связи с этим, рекомендуется при проведении исследований использовать объем затяжки: 0,5 л, 1 л, и 1,5 л [13], при этом, объемный расход – 50 м/с, 100 м/с, 200 м/с. При затяжке объемом 0,5 л - продолжительность затяжки может составлять 10 с, 5 с, 2,5 с; для 1 л - рекомендуется 10 с и 5 с; для затяжек объемом 1,5 л - 7,5 с. Для проведения исследований установлены следующие интервалы между затяжками: 15 с, 30 с, 45 с [14].

В лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ стандартизирован метод машинной генерации аэрозоля [15], позволяющий получить достоверные данные о количественном содержании никотина в продуцируемом аэрозоле: объем затяжки – 350 мл, продолжительность затяжки – 4 с, интервал между затяжками 15 с, число затяжек – 100, профиль затяжки прямоугольный.

Содержание токсичных веществ в аэрозоле табака для кальяна может быть определено с использованием различных режимов генерации, которые условно можно разделить на две категории: устойчивый периодический и воспроизводимый. Преимущество первого состоит в том, что позволяет оптимизировать аналитические методы определения химических показателей и исследовать характеристики «доза-реакция», в то время как преимущество второго состоит в том, что он генерирует аэрозоль, соответствующий производимому потребителями.

В настоящее время, недостаточно экспериментальных данных, полученных при исследовании кальянных продуктов, чтобы исключить факторы, оказывающие влияние на выход токсичных компонентов в аэрозоль. В связи с этим, может быть рекомендовано включить в методику исследований: описание конструкции и параметры кальянного устройства (размер, тип чаши), объем воды колбе), масса пробы (навески) кальянного продукта, а также используемые режимы генерации аэрозоля.

Литература

1. Perraud V., Lawler M.J., Malecha K.T., Johnson R.M., Herman D.A., Staimer N., Kleinman M.T., Nizkorodov S.A., Smith J.N. Chemical characterization of nanoparticles and volatiles present in mainstream hookah smoke// *Aerosol Science and Technology*. 2019. № 53:9. P. 1023-1039. DOI: 10.1080/02786826.2019.1628342.
2. Monn Ch., Kindler P., Meile A., Brändli O. Ultrafine particle emissions from waterpipes // *Tob. Control*. 2007, Dec №16(6). P. 390-393. DOI: 10.1136/tc.2007.021097.
3. Wilkinson P.J. A preliminary comparison of flavoured waterpipe tobacco aerosol with cigarette smoke: Part 1: NFDPM, nicotine and carbon monoxide

- machine derived yields. URL: https://www.coresta.org/sites/default/files/abstracts/2019_STPOST24_Wilkinson.pdf (дата обращения 14.04.23).
4. Blank M.D., Cobb C.O., Kilgalen B., Austin J., Weaver M.F., Shihadeh A., Eissenberg T. Acute effects of waterpipe tobacco smoking: a double-blind, placebo-control study// *Drug Alcohol Depend.* 2011, Jul 1. №116 (1-3). P.102-109. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2010.11.026.
 5. Shihadeh A., Antonios C., Azar S. A portable, low-resistance puff topography instrument for pulsating, high-flow smoking devices // *Behav Res Methods.* 2005, Feb. №37(1). P.186-191. DOI: 10.3758/bf03206414.
 6. Katurji M., Daher N., Sheheitli H., Saleh R., Shihadeh A. Direct measurement of toxicants inhaled by water pipe users in the natural environment using a real-time in situ sampling technique// *Inhal Toxicol.* 2010, Nov. №22(13). P. 1101-1109. DOI: 10.3109/08958378.2010.524265.
 7. Monzer B., Sepetdjian E., Saliba N., Shihadeh A. Charcoal emissions as a source of CO and carcinogenic PAH in mainstream narghile waterpipe smoke// *Food and Chemical Toxicology.* 2008. V.46, I.9. P. 2991-2995. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691508002780?via%3Dihub> (дата обращения 25.04.23).
 8. Shihadeh A. Investigation of mainstream smoke aerosol of the argileh water pipe // *Food Chem. Toxicol.* 2003, Jan. №41 (1). P.143-152. DOI: 10.1016/s0278-6915(02)00220-x.
 9. Shihadeh A., Azar S. A Closed-Loop Control «Playback» Smoking Machine for Generating Mainstream Smoke Aerosols // *Journal of Aerosol Medicine.* 2006. V.19, I. 2, P. 137-147. DOI: 10.1089/jam.2006.19.137.
 10. Cobb C. O., Sahmarani K., Eissenberg T., Shihadeh A. Acute toxicant exposure and cardiac autonomic dysfunction from smoking a single narghile waterpipe with tobacco and with a «healthy» tobacco-free alternative// *Toxicology Letters.* 2012. V. 215, I. 1. P. 70-75. DOI: 10.1016/j.toxlet.2012.09.026.
 11. ISO 22486:2019. Water pipe tobacco smoking machine - Definitions and standard conditions.
 12. Jaccard G., Tabin Djoko D., Korneliou A., Belushkin M. Analysis of waterpipe aerosol constituents in accordance with the ISO standard 22486 // *Toxicol Rep.* 2020, №7. P.1344-1349. DOI: 10.1016/j.toxrep.2020.10.007.
 13. Бубнов Е.А. Определение параметров прокуривания кальяна / Е.А. Бубнов // *Достижения науки и техники АПК.* 2009. № 3. С. 70-71.
 14. Бубнов Е.А., Тимошенко Е.А. Влияние различных факторов на формирование качества курительного изделия для кальяна // *Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий.* 2010. № 179. С. 57-67.
 15. Бубнова Н. Н., Шкидюк М.В. Генерация и сбор аэрозоля табака для кальяна // *Новые технологии.* 2020. № 2. С. 20-28. DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10202.