

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АЭРОЗОЛЯ СИГАРЕТ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАГРЕВАНИЯ ТАБАКА

Зайцева Т.А., Медведева С.Н.

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

Аннотация. Проведен анализ механизма образования аэрозоля сигарет и электрических систем нагревания табака (ЭСНТ). Приведена сравнительная характеристика химического состава аэрозоля табачного дыма и ЭСНТ. Рассмотрены вопросы регулирования табачной продукции.

Ключевые слова. Аэрозоль, регулирование табачной продукции, ПАУ, сигареты, ЭСНТ, бенз(а)пирен, токсические вещества.

CHEMICAL COMPOSITION OF CIGARETTE AND ELECTRIC SYSTEMS FOR HEATING TOBACCO AEROSOLS

Zaytseva T.A., Medvedeva S.N.

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

Abstract. Mechanisms of the aerosol formation of cigarette and systems for heating the tobacco are analyzed. Comparative characteristics of chemical composition of tobacco smoke and ESHT are presented. Questions of regulation of tobacco products are given.

Keywords. Aerosol, regulation of tobacco products, PAH, cigarettes, ESHT, benzo(a)pyrene, toxic substances.

В своем докладе 2008 г. «Научные основы регулирования табачной продукции» Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в качестве основных выводов и рекомендаций призывает разработать основанную на показателях эффективности стратегию регулирования табачных изделий с целью снижения концентрации токсических веществ в дыме обычной сигареты. В отчете содержатся рекомендации по снижению и установлению предельных концентраций на миллиграмм никотина для отдельных (приоритетных) токсических веществ, содержащихся в табачном дыме. К таким веществам ВОЗ относит: формальдегид, ацетальдегид, акролеин, табачные специфические нитрозамины NNN, NNK, бензол, 1,3-бутадиен, бенз(а)пирен, монооксид углерода [1]. При составлении приоритетного перечня токсических веществ внимание было уделено данным о токсичности для животных и человека, а также выбору соединений, оказывающих токсическое воздействие на сердечно-сосудистую и респираторную системы и участвующих в канцерогенезе. Важнейшим критерием выбора соединений, подлежащих законодательному регулированию, было доказательство их токсичности.

Существует множество исследований по оценке содержания количества химических веществ в дыме сигарет [2-7]. Например, согласно оценке *Rodgman and Perfetti 2009*, в аэрозоле сигарет содержится более 5300 химических веществ.

Многие из этих веществ изначально присутствуют в табаке в очень малых количествах, но образуются в результате термического распада, пиролиза и (или) неполного сгорания табака при температуре выше 300 °С. Зона горения обычной сигареты имеет форму конуса, основание которого примерно соответствует диаметру сигареты. Высота тлеющего конуса зависит от количества поступающего воздуха в зону горения за единицу времени: во время затяжки она увеличивается, а во время паузы – уменьшается.

В зоне горения сигареты температура достигает 850-900 °С и количества поступающего кислорода оказывается недостаточно для полного сгорания табака. Низкомолекулярные продукты типа CO_2 и H_2O образуются непосредственно в зоне горения.

За зоной горения находится зона тления, где с помощью сухой дистилляции высококипящие вещества попадают в струю воздуха. В зоне горения дым не возникает, его образование возможно только в зоне тления. В результате реакций пиросинтеза образуется значительная часть высокомолекулярных веществ, которые отсутствуют в табаке. Продукты пиросинтеза и дистилляции конденсируются в виде маленьких аэрозольных частиц в очень небольшой области за зоной тления. При этом, часть веществ, отличающихся низкой упругостью паров, концентрируется в аэрозольных частицах, а пары летучих соединений и истинные газы окружают эти частицы, создавая газовую фазу дыма. Моноксид углерода (СО) образуется в результате пиролиза компонентов табака и неполного сгорания табака в зоне тления при температуре выше 300 °С. Оксид азота (NO) образуется в двух интервалах температур – около 300 °С и 450 °С, соответственно. Углеводороды и альдегиды (такие как формальдегид и акролеин) образуются в результате термического разложения компонентов табака в основном при температурах выше 300 °С. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) связывают с распадом структурных компонентов табака при температуре выше 400 °С. Фенолы являются продуктами пиролиза структурных компонентов табака (углеводов, лигнина, кислот алифатического и ароматического рядов) с температурой образования от 250 °С до 550 °С. 1,3-бутадиен, бензол и стирол образуются при температуре выше 400 °С. Табачные специфические нитрозамины (ТСНА) присутствуют в самом табаке. Их количественное содержание зависит и от способа послеуборочной обработки. Они поступают в табачный дым, как в результате реакций дистилляции, так и образуются в результате пиросинтеза при температурах от 200 °С до 400 °С.

За последнее время во всем мире и в России растет число потребителей, использующих электрические системы нагревания табака (ЭСНТ), обеспечивая альтернативное использование табака [8-10]. В мае 2016 года в Евросоюзе (ЕС) ЭСНТ внесены в доработанную Директиву ЕС по Табачным Продуктам. Агентство Министерства здравоохранения и социальных служб США (FDA) только недавно стало считать ЭСНТ подпадающими под табачное законодательство и

представило проект регулирования новых табачных изделий до их поступления на рынок. В этом проекте предусмотрено проведение исследований содержания токсичных компонентов в аэрозоле ЭСНТ.

Устройство для нагревания табака представляет собой приспособление или прибор, который с помощью электричества (электрическая система нагревания табака, ЭСНТ) или иных источников энергии нагревает изделие с нагреваемым табаком. Изделие с нагреваемым табаком, в свою очередь, представляет собой наполнитель, состоящий из специально подготовленного табачного сырья (табачной смеси), как правило, расфасованный в порционную упаковку в виде капсул, стиков и т.п. Во время эксплуатации ЭСНТ нагревает табачную смесь, в результате чего образуется никотиносодержащий аэрозоль, который вдыхает потребитель. Примерами таких устройств могут служить системы нагревания табака «IQOS» (изготовитель Philip Morris International) и «Glo» (изготовитель British American Tobacco).

Принцип действия ЭСНТ основан на нагреве табака без его горения или тления, что происходит при использовании обычных сигарет. При нагреве табака возможно снижение образующихся вредных и потенциально вредных веществ, входящих в состав аэрозоля, при сохранении приемлемого уровня ощущений для потребителя. Этот подход назван производителем «нагревание вместо горения».

На основании вышеизложенного очевидно предположить, что нагревание табака без его горения и тления приведет к образованию аэрозоля с более низким уровнем содержания многих токсичных веществ.

В начале 90-х годов XX века в первых вариантах ЭСНТ температура нагрева табака достигала 550 °С, но в процессе проведения конструктивных преобразований удалось снизить температуру нагревательного элемента до 320-350 °С.

В ФГБНУ ВНИИТТИ проведены исследования по определению содержания никотина, влажного конденсата, монооксида углерода бенз(а)пирена, бензола, 1,3-бутадиена, табачных специфических нитрозаминов NNN и NNK, формальдегида, ацетальдегида, акролеина в аэрозоле нагреваемых табачных палочек (стиков) электрической системы нагревания табака (ЭСНТ), дыме стандартной сигареты 3R4F и пяти наиболее продаваемых марок сигарет в России.

После проведения расчетов содержания компонентов в аэрозоле на 1 мг никотина, а также анализа полученных данных установили, что содержание определяемых токсичных компонентов в аэрозоле ЭСНТ значительно ниже по сравнению с контрольной сигаретой 3R4F и 5 наиболее продаваемыми марками сигарет в РФ. При тестировании по интенсивному режиму сбора аэрозоля отмечается снижение содержания никотина на 33,7-40,3 % по сравнению с контрольным образцом сигарет 3R4F и в среднем на 3,5-42,7 % по сравнению с наиболее продаваемыми марками сигарет в РФ. По содержанию монооксида углерода отмечается снижение на 96-98 %, бензола – более 99 %, бенз(а)пирена – на 90-94 %, 1,3-бутадиена – более 99 %, NNN – на 94-98 %, NNK – на 91-98 %, акролеина более 92 %, формальдегида – на 83-91 %, ацетальдегида – на

80-86 % по сравнению с контрольным образцом сигарет 3R4F и с наиболее продаваемыми марками сигарет в РФ.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что ЭСНТ можно отнести к изделиям пониженного риска. Необходимо продолжить научные исследования воздействия ЭСНТ на здоровье человека, чтобы объективно оценить качество и безопасность этих устройств.

Литература

1. Доклад седьмой сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака. URL: http://www.who.int/fctc/cop/cop7/COP7_REPORT_RU_Final.pdf
2. Шмук А.А. Химия табака и махорки / под ред. А.П. Смирнова. Изд. 2-е. М.: Пищепромиздат, 1948. 580 с.
3. TOBACCO, production, chemistry and technology», edited by D. Layten Davis, Mark T. Nielsen, 1999.
4. TOBACCO ENCYCLOPEDIA, the standard reference work for the tobacco industry», Voges. 2000.
5. Wynder E.L. and Hoffmann D.: Tobacco and tobacco smoke. Studies in experimental carcinogenesis. Academic Press. New York, NY, 1967. Pp. 127-128, 545-575.
6. Talhout R., Schulz T., Florek E., Van Benthem J., Wester P., Opperhuizen A. Hazardous Compounds in Tobacco Smoke. Int. J. Environ. Res. Public Health 2011. № 8. P. 613-628.
7. Зайцева Т.А. Полициклические ароматические углеводороды табачного дыма [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. II Междунар. науч.-практ. конф. (05-26 июня 2017 г., г. Краснодар). С. 504-508. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2017/sbornik_conf2017.pdf
8. Зайцева Т.А., Медведева С.Н., Покровская Т.И. Полициклические ароматические углеводороды в аэрозоле никотинсодержащей продукции [Электронный ресурс] // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. I Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и аспирантов (09 – 23 апр. 2018 г., г. Краснодар). С. 254-258. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2018/sbornik_conf_2018.pdf
9. Зайцева Т.А., Медведева С.Н., Пережогина Т.А. Исследование электронных систем доставки никотина // General question of world science: materials of the V International Scientific Conference (31.07. 2018). Brussels, 2018. № 5. P. 5-8. DOI 10.18411/gq-31-03-2018-03.
10. Jean-Pierre Schaller, Daniela Keller, Laurent Poget, Pascal Pratte and other. Evaluation of the Tobacco Heating System 2.2. Part 2: Chemical composition, genotoxicity, cytotoxicity, and physical properties of the aerosol // Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2016. V. 81. P. 27-47.