

УДК 663.97.052

ББК 36.98

У-76

Гнучих Евгения Вадимовна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник сектора координации и планирования НИИР Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»; тел.: 8(861)2520449; e-mail: GNU20072007@yandex.ru;

Самойленко Наталия Павловна, старший научный сотрудник лаборатории стандартизации и качества Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»; тел.: 8(861)2520449; e-mail: GNU20072007@yandex.ru;

Кандашкина Изабелла Георгиевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории стандартизации и качества Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»; тел.: 8(861)2520449; e-mail: rhinosister@rambler.ru;

Смирнова Екатерина Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и качества Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»; тел.: 8(861)2520449; e-mail: GNU20072007@yandex.ru

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАТЯЖКЕ СИГАРЕТ И ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ
ФИЛЬТРПАЛОЧЕК С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРЕБОВАНИЙ**

(рецензирована)

Для изготовления табачной продукции с заданными параметрами качества и безопасности большое значение имеют технологические показатели – сопротивление затяжке и перепад давления фильтрпалочек. Методы определения этих показателей, устройства для их измерения постоянно совершенствуются. В связи с этим разрабатывается межгосударственный стандарт по версии ISO 6565:2015 с целью актуализации и соответствия международным требованиям при проведении испытаний табачной продукции, который после принятия будет применяться испытательными лабораториями при подготовке сигарет для аналитических определений при машинном прокуривании.

Ключевые слова: *сопротивление затяжке, перепад давления фильтрпалочек, калибровочное устройство, сменный калибр, сходимость, воспроизводимость.*

Gnuchikh Evgeniya Vadimovna, Candidate of Technical Sciences, a leading researcher of the sector of SR coordination and planning of FSBSI “All-Russian Research Institute of Tobacco, makhorka and tobacco products; tel.: 8 (861) 2520449; e-mail: GNU20072007@yandex.ru;

Samoilenko Natalia Pavlovna, a senior researcher of the Laboratory of Standardization and Quality of FSBSI "All-Russian Research Institute of Tobacco, makhorka and tobacco products"; tel.: 8 (861) 2520449; e-mail: GNU20072007@yandex.ru;

Kandashkina Isabella Georgievna, Candidate of Technical Sciences, a senior researcher of the Laboratory of Standardization and Quality of FSBSI "All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, makhorka and tobacco products"; tel.: 8 (861) 2520449; e-mail: rhinosister@rambler.ru;

Smirnova Ekaterina Yuryevna, a junior researcher of the Laboratory of Standardization and Quality of FSBSI "All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, makhorka and tobacco products"; tel.: 8 (861) 2520449; e-mail: GNU20072007@yandex.ru.

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR DETERMINING THE RESISTANCE TO INHALING CIGARETTES AND PRESSURE OVERFALL OF FILTER STICKS CONSIDERING INTERNATIONAL REQUIREMENTS

(reviewed)

Resistance to inhaling and pressure overfall of filter sticks are of great importance for the manufacture of tobacco products with the specified parameters of quality and safety. Methods for determining these indicators, devices for their measurement are constantly improved. In this regard, an interstate standard is being developed according to ISO 6565: 2015 version in order to update and comply with international requirements when testing tobacco products, which, after adoption, will be used by testing laboratories in preparing cigarettes for analytical definitions during machine smoking.

Keywords: *resistance to inhaling, pressure overfall of filter sticks, calibration device, interchangeable gauge, convergence, reproducibility.*

Из всего многообразия курительных табачных изделий сигареты с фильтром проходят контроль на всех этапах производства по показателям качества, по определению показателей токсичности.

Для изготовления табачной продукции с заданными параметрами качества и безопасности большое значение имеет технологический показатель – сопротивление затяжке при оперативном и лабораторном контроле продукции.

Колебание величины показателя сопротивления затяжке может характеризовать качество технологического процесса изготовления сигарет, сопротивление затяжке влияет на курительные свойства сигарет и уровень показателей токсичности табачного дыма [1].

Сопротивление затяжке сигарет – это отрицательное давление на выходном конце сигареты при прохождении через нее потока воздуха 17,5 мл/с, когда сигарета вставлена в измерительное устройство на глубину 9 мм.

Сопротивление затяжке зависит от длины и диаметра сигарет, от плотности сигаретного и фильтрового штранга (жгута). Наличие неравномерной плотности сигарет является причиной повышения сопротивления затяжке. Данный показатель также определяет комфортность курения. Высокое сопротивление затяжке снижает курительные свойства продукции.

Показатель «сопротивление затяжке» измеряется перед прокуриванием сигарет на стадии технологического контроля продукции по определению их безопасности.

Наряду с прочими показателями качества одним из основных является перепад давления фильтрпалочек, который определяет способность фильтра к удержанию токсичных веществ табачного дыма, а также влияет на внешний вид и курительные свойства сигарет.

Перепад давления фильтрпалочки – это разница статистического давления между двумя концами образца, вставленного полностью в измерительное устройство таким образом, чтобы воздух не проходил через обертку фильтрпалочки.

Показатель «перепад давления фильтрпалочек» характеризует способность фильтра к удержанию токсичных веществ табачного дыма при прокуривании и требует измерения при разработке конструкции сигарет и непосредственно перед их производством.

В основном фильтры изготавливают из ацетатного волокна. Принцип их действия основан на удержании веществ, входящих в состав твердо-жидкой фазы, избирательном удержании токсичных веществ, обеспечении хороших курительных свойств и внешнего вида сигарет. Однако они практически не задерживают вещества газовой фазы дыма. Комбинированные фильтры – разновидность фильтрующих мундштуков, в состав которых входят адсорбирующие вещества, способные извлекать токсические компоненты из газовой фазы дыма.

Одноsegmentные (моноацетатные) фильтры из плотно скрученных высококачественных гофрированных ацетатцеллюлозных волокон имеют высокую удерживающую способность по отношению к никотину, смоле и таким токсичным веществам как летучие фенолы. Перепад давления фильтра, наряду с его длиной и окружностью, могут варьироваться для удовлетворения различных требований к вкусу и фильтрации.

Эффективность фильтрации компонентов дыма выражается удерживающей способностью фильтра и зависит от величины сопротивления затяжке фильтрпалочек, используемых при изготовлении сигарет. Однако с увеличением сопротивления затяжке фильтров возрастает сопротивление затяжке сигарет, что оказывает отрицательное влияние при курении.

Сопротивления затяжке фильтра имеет большое значение при определении его удерживающей способности.

Установлено, что связь между сопротивлением затяжке фильтра и его удерживающей способностью носит линейный характер. Использование этой зависимости позволяет определять удерживающую способность фильтра по отношению к никотину и смоле через его сопротивление затяжке [2].

Определение сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек устанавливает национальный стандарт ГОСТ Р 53975-2010, модифицированный по отношению к международному стандарту ИСО 6565:2002 «Табак и табачные изделия. Сопротивление затяжке сигарет и перепад давления фильтрпалочек. Стандартные условия и измерение».

В настоящее время ФГБНУ ВНИИТТИ разрабатывает новый межгосударственный стандарт по версии ISO 6565:2015 «Tobacco and tobacco products. Draw resistance of cigarettes and pressure drop of filter rods. Standard conditions and measurement» с целью актуализации и соответствия международным требованиям при проведении испытаний табачной продукции.

Усовершенствование метода определения сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек заключается в применении сменных калибров перепада давления и в проведении процедуры калибровки прибора с их помощью.

Метод определения сопротивления затяжке сигарет (перепада давления фильтрпалочек) зависит от прибора, который при измерении этих показателей обеспечивает прохождение через испытываемый образец фиксированного объема воздуха в единицу времени.

Методы определения сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек, устройства для их измерения постоянно совершенствуются. Для измерения этих показателей используется оборудование в соответствии с инструкцией изготовителя. Учитывая разнообразие применяемых методов и приборов нет единого метода испытаний. Тем не менее, для достижения сравнимых определений необходимым условием является применение сменных калибров для калибровки прибора.

Для калибровки прибора по сопротивлению затяжке применяют сменные калибры, изготовленные из стекла, с десятью капиллярами.

При проведении калибровки стеклянный многокапиллярный калибр помещают в держатель калибровочного устройства. Через калибр просасывается постоянный объемный воздушный поток и проходит через устройство измерения объемного расхода, которое в свою очередь соединено с выходным потоком держателя.

Устройство измерения объемного расхода воздуха может быть с поршневым приводом, в котором перемещение поршня с постоянной скоростью обеспечивает просасывание через испытуемый калибр постоянного объемного потока воздуха из атмосферы.

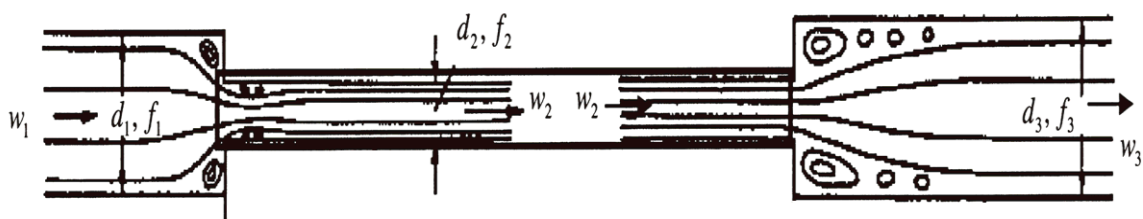
При использовании вакуумного привода устройство имеет датчики, которые обеспечивают измерение времени просасывания известного объема через испытуемый калибр.

Перед калибровкой прибора проводится проверка утечки воздуха для измерительной системы с вакуумным управлением и поршневых приводных систем.

Лаборатория должна иметь набор эталонных калибров, которые используются в качестве калибровочного контроля. Это как минимум два калибра различных уровней перепада давления, которые охватывают диапазон выполняемых измерений перепада давления (рис. 1).

Каждый калибр должен иметь сертификат калибровки со следующей информацией:

- наименование продукта и уникальный ссылочный номер;
- дата испытания;
- температура атмосферы испытаний;
- относительная влажность испытаний;
- атмосферное давление во время испытаний;
- описание испытательного устройства и прослеживаемых эталонных серийных номеров всего измерительного оборудования;
- пределы погрешности измерений.



w_1 - скорость потока воздуха во входном конце;

d_1 - диаметр входного конца;

f_1 - площадь входного конца;

w_2 - скорость потока воздуха в трубке;

d_2 - диаметр трубки;

f_2 - площадь трубки;

w_3 - скорость потока воздуха в выходном конце;

d_3 - диаметр выходного конца;

f_3 - площадь выходного конца.

Рис. 1. *Стеклянный многокапиллярный калибр с потоками воздуха, проходящими через него, во время калибровки*

На измерение перепада давления влияет атмосферное давление, что указывает на отсутствие квадратичной зависимости перепада давления от воздушного потока (рис. 2).

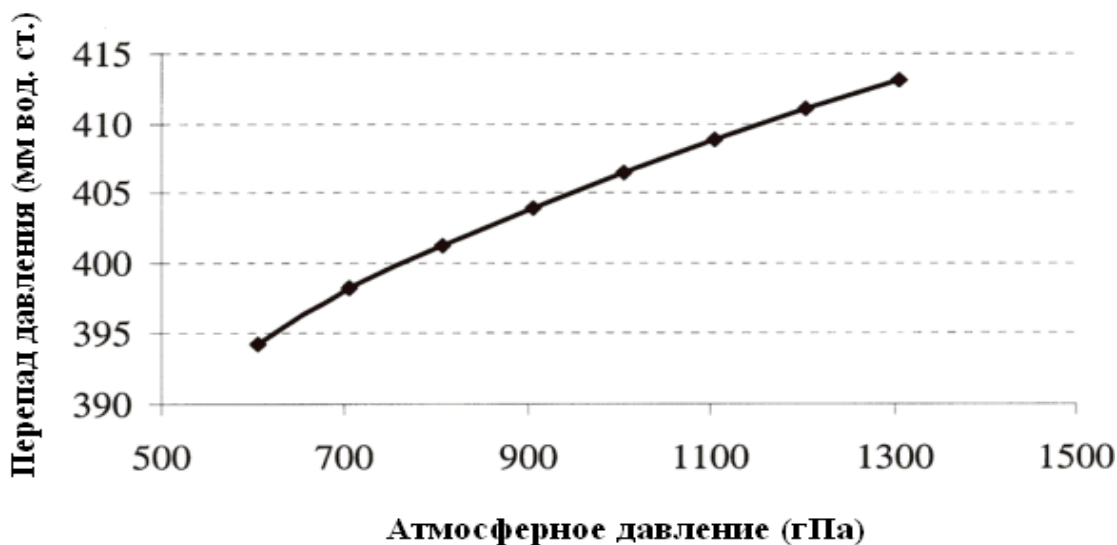


Рис. 2. *Перепад давления по отношению к атмосферному давлению (при температуре $T = 22,4^{\circ}\text{C}$, относительной влажности $RH = 1\%$)*

Это наблюдение означает, что плотность воздуха влияет на измеренный перепад давления. Следовательно, полная линейная зависимость данного показателя от воздушного потока может быть исключена. Поэтому можно сделать вывод, что воздушный поток через многокапиллярный калибр частично линейный и частично нелинейный.

Степень нелинейной зависимости перепада давления от воздушного потока, которая обеспечивала наилучшую компенсацию, т.е. минимальное стандартное отклонение для данного показателя, определялась его измерениями по сравнению с атмосферным давлением в диапазоне 900-1100 гПа. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Уровни перепада давления и оптимальная степень нелинейности, минимизирующие стандартные отклонения компенсированных значений

200 мм вод. ст. ($x^* = 3,9\%$)			400 мм вод. ст. ($x = 5,0\%$)			600 мм вод. ст. ($x = 5,4\%$)			800 мм вод. ст. ($x = 6,0\%$)		
$P_{атм}$ (гПа)	ПД** (мм вод. ст.)	ПД _{ст} *** (мм вод. ст.)	$P_{атм}$ (гПа)	ПД (мм вод. ст.)	ПД _{ст} (мм вод. ст.)	$P_{атм}$ (гПа)	ПД (мм вод. ст.)	ПД _{ст} (мм вод. ст.)	$P_{атм}$ (гПа)	ПД (мм вод. ст.)	ПД _{ст} (мм вод. ст.)
902,7	195,9	196,4	905,3	404,0	405,7	906	591,4	594,7	907,3	785,3	791,4
1002,7	196,9	196,5	1005,3	406,5	405,6	1006	595,8	594,6	1007,3	792,2	791,2
1102,7	197,6	196,4	1105,3	408,9	405,7	1106	599,6	594,7	1107,3	798,5	791,3
сг	0,85	0,04	сг	2,45	0,08	сг	4,10	0,07	сг	6,60	0,12

* x – степень нелинейности;

** ПД – перепад давления;

*** ПД_{ст} – перепад давления стандартной геометрии при 17,5 мл/с.

Здесь предполагалось, что степень нелинейности зависит только от стандартной геометрии (или уровня перепада давления при 17,5 мл/с). Однако на степень нелинейности также влияют объемный уровень воздушного потока и окружающие условия.

Чувствительность перепада давления к атмосферному давлению изменяется от 0,22 % до 0,41 % от значения перепада давления на 50 гПа для уровней до 200-800 мм.

Увеличение степени нелинейности с ростом уровней перепада давления можно объяснить уменьшением диаметров капилляров.

Для проверки метода калибровки были проведены межлабораторные испытания между поставщиками калибров (табл. 2). В испытаниях использовалось четыре комплекта сменных калибров перепада давления, а участвовало только три компетентных лаборатории. Поэтому в результатах испытаний приведены стандартные отклонения воспроизводимости и сходимости, а не значения этих показателей, так как испытания не отвечали всем критериям оценки методов измерений.

Таблица 2. Результаты межлабораторных испытаний сменных калибров перепада давления

Номинальный Δp		Стандартное отклонение воспроизводимости		Стандартное отклонение сходимости	
Па	мм вод. ст.	Па	мм вод. ст.	Па	мм вод. ст.
1961	200	4,217	0,43	2,059	0,21
3922	400	9,414	0,96	3,236	0,33
5884	600	11,572	1,18	4,315	0,44
7845	800	17,946	1,83	4,707	0,48

Таким образом, в связи с усовершенствованием метода определения сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек, который заключается в применении сменных калибров перепада давления и в проведении процедуры калибровки прибора с их помощью, возникла необходимость в разработке межгосударственного стандарта по новой версии ISO.

Выводы

1. Для определения показателей сопротивления затяжке сигарет и перепада давления фильтрпалочек используются различные приборы и разные методы их калибровки.

2. Необходимым условием для получения сравнимых результатов является применение сменных калибров для калибровки используемых приборов.

3. Сменные калибры должны иметь сертификат калибровки.

4. Сменные калибры должны быть изготовлены из инертного материала. В международном стандарте приведена характеристика стеклянных многокапиллярных калибров.

Лаборатория стандартизации и качества ФГБНУ ВНИИТТИ в 2018 году начала разработку межгосударственного стандарта по определению сопротивления затяжке и перепада давления фильтрпалочек, который будет применяться испытательными лабораториями при подготовке сигарет для аналитических определений при машинном прокуривании.

Литература:

1. Регулирование показателей токсичности дыма элементами конструкции сигареты. Научные основы / А.Г. Миргородская [и др.]. Краснодар: ГНУ ВНИИТТИ, 2011. 59 с.

2. Резниченко И.А. Разработка методов прогнозирования содержания смолы и никотина в дыме сигарет с фильтром // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. Вып. 178. Краснодар, 2009. С. 89-95.

Literature:

1. *Regulation of indicators of smoke toxicity by the elements of a cigarette design. Scientific basis / A.G. Mirgorodskaya [et al.]. Krasnodar: SRI ARSRITTP, 2011. 59 p.*

2. *Reznichenko I.A. Development of methods for predicting the content of tar and nicotine in filter cigarettes smoke // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, makhorka and tobacco products. Issue 178. Krasnodar, 2009. P. 89-95.*