



003484304

... правих рукописи

БУБНОВ Евгений Андреевич

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ
КАЧЕСТВА КУРИТЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ КАЛЬЯНА**

05.18.10 – Технология чая, табака и биологически активных
веществ и субтропических культур

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

26 НОЯ 2009

Краснодар – 2009

Работа выполнена в ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

Научный руководитель: кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Тимошенко Евгений Александрович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Татарченко Ирина Игоревна

кандидат технических наук, доцент
Нечаев Владимир Васильевич

Ведущая организация: ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится 15 декабря 2009 г. в 14.00 на заседании диссертационного совета Д 212.100.05 в Кубанском государственном технологическом университете по адресу: 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, конференц-зал

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского государственного технологического университета

Автореферат разослан 13 ноября 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, канд. техн. наук



В.В. Гончар

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1 Актуальность темы. В последние годы в России и мире постоянно растет популярность кальяна, поэтому табак для кальяна был включен в федеральный закон «Технический регламент на табачную продукцию» (2008 г).

Кальян – устройство для курения, состоящее из сосуда с жидкостью, шахты, специальной керамической чашки и шланга с мундштуком. После сборки составных частей в чашку помещается табак для кальяна, и она плотно обтягивается фольгой, в которой проделываются отверстия. Затем на фольгу помещается разожженный уголь. Для курения удобнее всего использовать специальный быстровозгорающийся древесный уголь для кальяна, который представляет собой спрессованные таблетки, обработанные компонентами, которые способствуют быстрому возгоранию угля. Однако можно использовать и обычный древесный уголь. Табак для кальяна представляет собой липкую пастообразную массу, которая состоит из глицерина (20 – 30 %), воды (17 – 22 %), фруктозы (10 – 30 %), глюкозы (10 – 20 %), табачного сырья (не более 15 – 20 %).

В отличие от других видов курительных табачных изделий в кальяне дым образуется не в результате горения табака для кальяна, а при испарении и последующей конденсации его компонентов. При осуществлении затяжки воздух проходит через уголь, нагревается и насыщается газообразными продуктами горения угля, затем проходит через отверстия фольги и слой табака для кальяна, прогревает его и насыщается испаряющимися компонентами. По мере продвижения по шахте происходит охлаждение и конденсация испарившихся из табака для кальяна компонентов в аэрозоль.

В настоящее время в России исследования направленные на обеспечение качества курительного изделия для кальяна отсутствуют, а

проведенные за рубежом недостаточны и часто не представляют научного интереса.

В связи с ростом популярности кальяна актуальным становится обеспечение качества курительного изделия для кальяна. Следует отметить, что пока отсутствует четкое определение «курительного изделия для кальяна». Только табак для кальяна нельзя считать курительным изделием, потому что без угля его курить невозможно. Таким образом, курительным изделием следует считать табак и уголь для кальяна, поскольку они используются только совместно и расходуются в процессе курения.

Качество курительного изделия для кальяна, по аналогии с оценкой качества сигарет, в дальнейшем можно оценивать по содержанию «смолы» и никотина в конденсате его дыма. Однако в настоящее время использовать для оценки качества курительного изделия для кальяна термин «смола» не представляется возможным, поскольку «смола» – это масса влажного конденсата, за вычетом никотина и воды. Для кальяна отсутствуют стандартные методики и оборудование, позволяющие определять содержание никотина и воды во влажном конденсате. Более целесообразно для оценки качества курительного изделия для кальяна использовать массу влажного конденсата и содержание окиси углерода в дыме кальяна.

Таким образом, факторы, влияющие на формирование качества курительного изделия для кальяна, мало изучены в России и за рубежом, поэтому актуальны исследования в данной области.

Диссертационная работа выполнена в ГНУ ВНИИТТИ в соответствии с программой фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2006 – 2010 гг., этап 10.02.04 «Разработать сквозные современные аграрно-пищевые технологии

продуктов питания на основе исходных требований к пищевой и технологической адекватности сырья», НИР 10.02.04.01 «Разработать научные основы ресурсосберегающих технологий для создания табачных изделий пониженной токсичности с заданными потребительскими свойствами на основе использования новых физических методов обработки» (№ государственной регистрации 15070.7709022913.06.8.003.0).

1.2 Цель работы и основные задачи исследований. Целью работы являлось изучение влияния различных факторов на формирование качества курительного изделия для кальяна.

В соответствии с поставленной целью, решались следующие задачи:

- определить параметры прокуривания кальяна;
- изучить свойства быстровозгорающегося угля для кальяна;
- установить влияние марок быстровозгорающегося угля для кальяна на образование и оседание влажного конденсата на различных элементах кальяна;
- выявить влияние общего объема прокуривания на образование влажного конденсата и изменение масс различных элементов кальяна после прокуривания;
- определить влияние объема воздуха, прошедшего через уголь, на изменение содержания окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна;
- изучить влияние конструкции кальяна на содержание окиси углерода в газовой фазе его дыма;
- определить содержание окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна при использовании обычного древесного угля;
- разработать методики и лабораторные установки для исследования влияния различных факторов на формирование качества курительного изделия для кальяна;
- определить социально-экономический эффект от внедрения методик по оценке качества курительного изделия для кальяна;

1.3 Научная новизна. Впервые проведены комплексные исследования по выявлению влияния различных факторов на формирование качества курительного изделия для кальяна. Определены параметры прокуривания кальяна и изучены свойства быстровозгорающегося угля для кальяна.

Определено влияние марок быстровозгорающегося угля для кальяна и общего объема прокуривания на количество образующегося влажного конденсата и его оседания на шахте, шланге, в колбе кальяна.

Изучена динамика изменения содержания окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна при его курении, изучено влияние конструкции кальяна и обычного древесного угля на содержание окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна.

Разработаны инструментальные методы оценки качества курительного изделия для кальяна, позволяющие определять в его дыме содержание влажного конденсата и окиси углерода.

1.4 Практическая значимость. Практическую значимость работы представляют 5 конструкций модельных установок, 9 методик, 2 патента РФ на полезную модель (№ 75546, 63179), которые позволяют получать сравнимые данные и могут быть использованы при разработке нормативов и показателей токсичности курительного изделия для кальяна, а также при его производстве.

1.5 Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены: на VII и VIII региональных научно-практических конференциях молодых ученых в 2005 и 2006 году (г. Краснодар), на Всероссийской научно-практической конференции «Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества» в 2006 г. (г. Волгоград), на научно-практической конференции «Интеграция фундаментальных и прикладных исследований – основа развития современных аграрно-пищевых

технологий» в 2007 г. (г. Углич), на конференции-конкурсе научно-инновационных работ молодых ученых и специалистов за 2008 год (г. Москва).

1.6 Публикации. По материалам исследований опубликовано 11 научных работ, в том числе 1 – в рецензируемом журнале, рекомендованном ВАК РФ, 5 – в материалах научно-практических конференций, получено 2 патента РФ на полезную модель, 3 – в других изданиях.

1.7 Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, аналитического обзора литературы, методической части, экспериментальной части, выводов, списка литературы и приложения. Основная часть работы изложена на 163 страницах и содержит 13 таблиц и 95 рисунков. Список литературы включает 90 источников, из них 73 зарубежных авторов.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований. Объектами исследования служили табак для кальяна, быстровозгорающийся уголь для кальяна, обычный древесный уголь, обычный кальян, усовершенствованной конструкции, разработанная модель кальяна, позволяющая определять количество оседающего на шахте конденсата.

2.2 Методы исследований. Для изучения влияния различных факторов на формирование качества курительного изделия для кальяна было разработано 9 различных методик. Исследования проводили по схеме, представленной на рисунке 1.

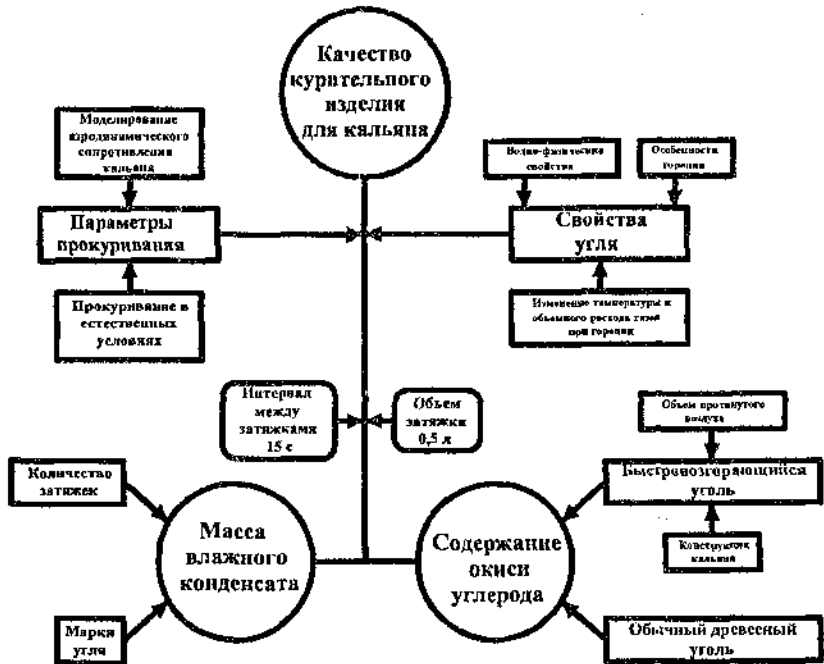


Рисунок 1 – Схема экспериментальных исследований

Параметры прокуривания кальяна определяли на специально разработанной установке. С ее помощью моделировали поведение курильщика кальяна при разных его аэродинамических сопротивлениях. Для этого изменяли диаметр проходных отверстий и измеряли объем, продолжительность затяжки и разрежение при затяжке. Измеряли также продолжительность и интервал между затяжками при курении кальяна в естественных условиях.

Изучение свойств быстрозгорающегося угля для кальяна проводили путем измерения температуры и объемного расхода газов, при постоянном их протягивании через горящий уголь. Эту методику использовали для определения особенностей горения быстрозгорающегося угля различных марок, изменения его аэродинамического сопротивления при горении,

влияния продолжительности хранения на особенности его горения, влияния перфорации фольги на особенности его горения.

Прокуривание кальяна и улавливание влажного конденсата осуществляли с помощью разработанного и собранного аналога курительной машины, на котором объем затяжки контролировался по газосчетчику.

Отбор проб газовой фазы для последующего определения с помощью газоанализатора содержания в них окиси углерода проводили на другом аналоге курительной машины, на котором затяжки осуществляли вручную каждые 15 секунд по 500 мл. Однако затяжки заданного объема осуществляли путем слива воды необходимого объема.

Обработку экспериментальных данных проводили методами математической статистики с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel» и пособия Рокицкого П.Ф. «Биологическая статистика».

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Определение параметров прокуривания кальяна. Установлена корреляционная зависимость между диаметром проходного отверстия с одной стороны и объемом, продолжительностью, объемным расходом и разрежением при затяжке – с другой (коэффициенты корреляции $r = +0,93$, $r = +0,87$, $r = +0,81$, $r = +0,89$ соотв.). Причем, определяющим фактором являются физические возможности легких, которые для разных людей сильно отличаются. Коэффициенты вариации исследованных параметров для десяти испытуемых составляют от 20 до 90 %, что обусловлено значительными различиями в физических возможностях легких.

Поскольку значения параметров прокуривания в зависимости от аэродинамического сопротивления системы установлены на модели, были поставлены опыты для определения продолжительностей затяжек и интервалов между ними в естественных условиях курения кальяна. По

этим данным были рассчитаны доверительные интервалы для средней продолжительности затяжек и интервала между ними генеральной совокупности, которые составили от 0,5 до 10 секунд для продолжительности затяжки и от 0 до 50 секунд для интервала между затяжками.

Даже для одного человека коэффициенты вариации продолжительности затяжки и интервалов между ними в естественных условиях курения значительны. Для продолжительности затяжки с учетом всех испытуемых они составляли около 30 %, а для интервалов между затяжками – от 45 до 80 %. При таких высоких значениях коэффициентов вариации определение средних значений параметров прокуривания неэффективно, поэтому было предложено использовать несколько вариантов каждого параметра прокуривания.

Для сбора конденсата дыма кальяна оптимальными являются следующие параметры прокуривания: объем затяжки – 0,5 л, 1,0 л, 1,5 л, объемный расход затяжки – 50, 100, 200, мл/с, продолжительность затяжки для объема 0,5 л – 10; 5; 2,5с, для 1,0 л – 10 и 5 с, для 1,5 л – 7,5с. Интервал между затяжками: 15, 30, 45 с. Для сравнения качества курительного изделия для кальяна, при прокуривании с разными параметрами, необходимо использовать удельную массовую концентрацию конденсата (отношение массовой концентрации конденсата к изменению массы кальянного табака [мг/(л·г)]).

3.2 Изучение свойств быстровозгорающегося угля для кальяна. С целью обеспечения однородности горения угля были изучены некоторые его свойства. Было предположено, что различные марки угля горят по-разному, что может повлиять на результаты исследований, поэтому необходимо было определить эти различия, и, исходя из них, выбрать оптимальную марку угля. На рисунке 2 представлены различия температуры газов, выходящих от выбранных марок угля, при их горении.

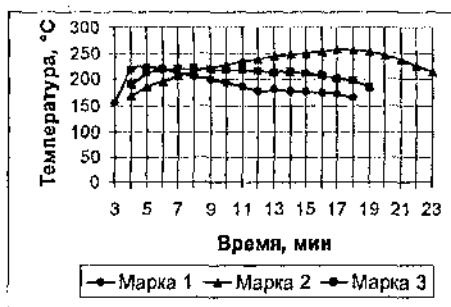


Рисунок 2 – Изменения во времени средней температуры газов, выходящих от угля

Установлено, что при сгорании различных марок угля изменения температуры и объемного расхода газов во времени сильно различны. Максимальная средняя температура для трех исследованных марок угля составляет около 250 °С.

Уголь марки 2 горит значительно дольше, а для угля марки 1 характерно минимальное аэродинамическое сопротивление. Из-за того, что продолжительность горения угля марки 1 была минимальной, он был выбран для продолжения исследований.

При выборе оптимальной марки угля было замечено, что свойства таблеток в каждой пачке явно отличались, а хранение угля на воздухе приводило к изменению его свойств, поэтому были исследованы колебания массы таблеток угля в пачках, а также изменения его свойств при хранении.

Установлено, что масса таблеток угля для кальяна неоднородна. Для 65 % исследованных таблеток колебания массы составляют 1,2 г или 15 % от средней для всех таблеток массы. Масса некоторых таблеток угля может значительно отличаться от средней массы для этой пачки, и удаление таких таблеток позволяет значительно уменьшить эти неоднородности, что необходимо для увеличения точности любых исследований качества курительного изделия для кальяна.

Определено, что хранение угля на воздухе приводит к увеличению температуры выходящих газов, что вероятно обусловлено гигроскопичностью угля для кальяна. При поглощении влаги из окружающего воздуха ухудшается способность угля к быстрому возгоранию и увеличиваются коэффициенты вариации температуры выходящих от него газов, что является отрицательными свойствами.

Для увеличения однородности свойств угля перед проведением любых экспериментов его необходимо высушивать в течение часа при температуре 105 °С и до момента использования хранить в эксикаторе, над гигроскопичным веществом. Вскрытую пачку угля потребителю следует хранить в сухом месте, без доступа воздуха, а для улучшения способности угля к быстрому возгоранию, перед использованием его можно подсушить.

При горении быстровозгорающего угля происходит разрыхление его структуры и непрерывное образование золы, которая осыпается на фольгу. То есть свойства угля в процессе горения изменяются, поэтому для увеличения их однородности были изучены изменения объемного расхода газов при горении. Также для определения оптимальной перфорации фольги было изучено влияние девяти ее различных вариантов на температуру и объемный расход выходящих газов. Была определена масса золы, попадающая при горении угля через отверстия перфорации в чашку для табака.

Установлено, что различные марки угля горят по-разному, а условия протягивания влияют на их горение. Установлено, что перфорация фольги отверстиями диаметром менее или более 1,5 мм приводит к снижению эффективности прогрева воздуха. Отверстия диаметром менее 1,5 мм забиваются золой, и доступ воздуха к зоне горения снижается. Отверстия диаметром более 1,5 мм способствуют разрушению целостности таблетки угля за счет ее осыпания через отверстия перфорации и, соответственно, к

увеличению потерь теплоты в окружающую среду из-за уменьшения теплоизоляции зоны горения золой сгоревшей таблетки.

Оптимальной перфорацией, как для курильщика, так и для проведения исследований будет перфорация 30-ю отверстиями диаметром 1,5 мм, поскольку при такой перфорации происходит оптимальное сгорание угля. Для этой перфорации характерно стабильное и низкое относительно других вариантов перфорации аэродинамическое сопротивление системы, повышение которого может вызывать дискомфорт при курении.

При горении угля в чашку будет попадать около 0,1 г золы, поэтому проводить измерения массы конденсата дыма кальяна, с точностью до сотых долей грамма будет достаточно. Проводить измерения с большей точностью нецелесообразно, пока не будет снижена масса золы попадающей в чашку с табаком. Таблетки угля явно меньшей массы по сравнению с остальными, при проведении исследований не следует использовать, чтобы снизить массу золы, попадающей в чашку с табаком, коэффициент вариации.

Таблетки угля из одной пачки при сгорании имеют сильно различное аэродинамическое сопротивление, поэтому при использовании в исследованиях имеющегося угля необходимо понимать, что из-за особенностей его сгорания результаты могут быть неоднородны.

Было установлено, что для таблеток угля с высоким начальным аэродинамическим сопротивлением при сгорании неизбежно произойдет его снижение, а таблетки с низким начальным аэродинамическим сопротивлением сгорают более равномерно, поэтому их необходимо использовать в исследованиях.

3.3 Исследование качества курительного изделия для кальяна.

3.3.1 Влияние марок быстровозгорающегося угля на образование и оседание влажного конденсата на различных элементах кальяна.
При сгорании различных марок угля температура выходящих газов

различна, это влияет на испарение компонентов кальянного табака, поэтому для двух марок угля были проведены исследования массы образующегося влажного конденсата и его оседания на различных элементах кальяна, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические данные влияния двух марок быстровозгорающегося угля для кальяна на количество и оседание влажного конденсата на различных элементах кальяна

Показатели	Марка угля	Среднее значение	Станд. отклон.	Коеф. вариации
Масса влажного конденсата, г	1	0,86	0,17	19,77
	2	0,95	0,24	24,75
Изменение массы кальянного табака, г	1	1,19	0,28	23,31
	2	1,51	0,30	20,07
Масса конденсата, оседающего на сборной шахте, г	1	0,14	0,04	29,04
	2	0,15	0,03	21,52
Масса конденсата, оседающего на шахте 2, г	1	0,04	0,01	28,46
	2	0,05	0,01	28,28
Масса конденсата, оседающего на шланге, г	1	0,05	0,02	32,97
	2	0,05	0,01	27,16
Удельная массовая концентрация, конденсата, мг/л*г	1	23,70	2,13	8,98
	2	20,87	1,69	8,08

Из таблицы 1 видно, что различные марки угля влияют на количество образующегося влажного конденсата и испарение компонентов кальянного табака, и не влияют на оседание конденсата на элементах кальяна. Использование удельной массовой концентрации конденсата позволяет значительно снизить коэффициент вариации.

При используемых параметрах курения и различных таблетках угля двух марок было собрано от 0,55 до 1,3 г влажного конденсата. Его количество сильно зависит от особенностей сгорания таблеток угля, поскольку даже для угля из одной пачки наблюдаются значительные колебания массы влажного конденсата. Для дыма кальяна массовая концентрация влажного конденсата составляет от 18 до 43 мг/л.

Для каждой марки кальянного угля и табака необходимо подбирать оптимальное количество кальянного табака. После прокуривания одной таблетки табак для кальяна должен практически полностью высохнуть. Если этого не произошло, количество загружаемого кальянного табака необходимо уменьшить.

3.3.2 Влияние общего объема прокуривания на образование влажного конденсата и изменение масс различных элементов кальяна после прокуривания. Было исследовано влияние общего объема прокуривания на испарение компонентов из кальянного табака и последующее оседание конденсата. На рисунках 3, 4, 5 представлены полученные данные, отсортированные по возрастающей.

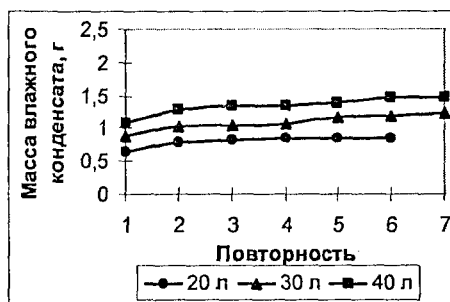


Рисунок 3 – Влияние общего объема прокуривания на массу влажного конденсата

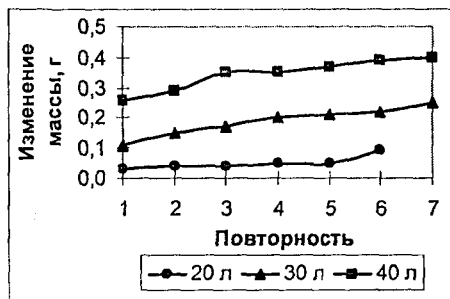


Рисунок 4 – Влияние общего объема прокуривания на изменение массы колбы с водой и шахтой 3

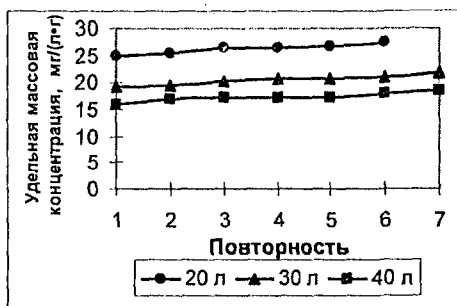


Рисунок 5 – Влияние общего объема прокуривания на изменение удельной массовой концентрации конденсата

Масса влажного конденсата напрямую зависит от общего объема прокуривания и составляет около 1 г. Несмотря на то, что масса влажного конденсата при курении кальяна значительно больше, ни в коем случае нельзя утверждать, что курение кальяна опаснее, чем курение сигарет. Для таких выводов необходимо исследовать химический состав конденсата дыма кальяна и массу конденсата, оседающего в дыхательной системе, поскольку при курении кальяна значительная часть дыма выдыхается.

Масса, оседающего на стенках шахты, конденсата дыма мало зависит от общего объема прокуривания и, вероятно, связана с разницей температур между стенкой шахты и проходящим по ней дымом. Оседание дыма на стенках шланга зависит от общего объема прокуривания и вероятно связано с коагуляцией и последующей седиментацией аэрозольных частиц.

При курении кальяна масса колбы с водой уменьшается, что вероятно связано с гигроскопическими свойствами дыма кальяна, частицы которого поглощают водяной пар колбы и при осуществлении затяжек уносят его.

Массовая концентрация дыма кальяна для трех исследованных общих объемов прокуривания составляла от 27 до 43 мг/л. Чем меньше общий объем прокуривания, тем выше массовая концентрация. При курении она,

скорее всего, постоянно уменьшается, из-за испарения компонентов кальянного табака, и в конце курения минимальна.

Для удельной массовой концентрации конденсата также наблюдается обратная связь с общим объемом прокуривания. Именно этот показатель целесообразно использовать для оценки качества курительного изделия для кальяна, поскольку он позволяет значительно снизить влияние угля, свойства которого сильно неоднородны. Коэффициент вариации для этого показателя составил не более 3 – 5 %.

3.3.3 Влияние объема воздуха, прошедшего через уголь, на изменение содержания окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна. Были проведены исследования содержания окиси углерода, в зависимости от объема протянутого через уголь воздуха. На рисунке 6 представлены изменения содержания окиси углерода в зависимости от объема протянутого через уголь воздуха для шести повторностей.

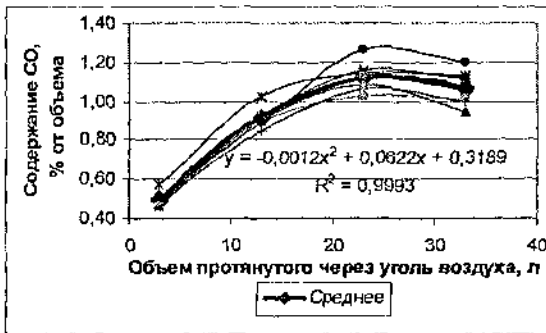


Рисунок 6 – Изменения содержания окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна в зависимости от объема протянутого через уголь воздуха

В процессе курения кальяна с быстровозгорающимися таблетками угля содержание окиси углерода в протягиваемых газах сначала увеличивается, а затем уменьшается. Максимальное содержание окиси углерода наблюдается через 20 – 25 литров прокуривания и достигает около 1,1 % от объема газовой фазы.

При сравнении свойств различных углей для кальяна необходимо строить зависимости содержания окиси углерода от объема прокуривания, и все исследования проводить при таком объеме прокуривания, когда коэффициент вариации содержания окиси углерода минимален. Для этой марки угля минимальным коэффициент вариации был после 13 литров протягивания, и дальнейшие отборы проб проводились после протягивания этого объема газов.

3.3.4 Влияние конструкции кальяна на содержание окиси углерода в газовой фазе его дыма. Было исследовано содержание окиси углерода в газовой фазе дыма двух кальянов, отличающихся между собой конструкцией шахты и объемом колбы. В таблице 2 представлены полученные данные.

Таблица 2 – Статистические данные содержания окиси углерода для двух кальянов различных конструкций

	Среднее содержание окиси углерода, % от объема	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
Кальян 1	0,81	0,06	6,94
Кальян 2	0,90	0,05	5,18

Из таблицы видно, что содержание окиси углерода выше для кальяна 2, однако это обусловлено не столько конструкцией кальяна, сколько наличием разных по значению подсосов чистого воздуха, которые возможны для любого кальяна. В дальнейших исследованиях необходимо изучить влияние подсосов на различные параметры, а изучение качества курительного изделия для кальяна необходимо проводить только на герметичных кальянах.

В газовой фазе дыма кальяна содержится около 1 % окиси углерода, которая образуется в результате неполного сгорания угля. Установлено, что конструкция кальяна незначительно влияет на содержание окиси углерода, а большее значение имеют особенности сгорания угля.

3.3.5 Определение содержания окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна при использовании обычного древесного угля. Были проведены измерения содержания окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна при использовании обычного древесного угля. Изначально планировалось помещать одинаковое количество обычного древесного угля на фольгу, однако при разжигании некоторые угли раскалывались и поэтому общее их количество различно, но общая масса одинакова. В таблице 3 представлены полученные данные.

Таблица 3 – Статистические данные содержания окиси углерода при разном количестве кусочков обычного древесного угля

Условия	Количество повторностей	Среднее содержание окиси углерода, %	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
3 кусочка угля	8	0,88	0,15	17,03
от 4 до 7 кусочков угля	8	1,2	0,22	18,01
Все повторности	16	1,04	0,24	23,40

Из таблицы видно, чем больше количество кусочков угля, тем выше содержание окиси углерода, это связано с разным недостатком кислорода при горении разного количества кусочков угля. Коэффициенты вариации высокие, поэтому использование обычного древесного угля в исследованиях нецелесообразно из-за значительной неоднородности его свойств и формы.

Из-за использования угля, содержание окиси углерода в дыме кальяна высокое, поэтому дальнейшие исследования должны быть направлены на снижение его содержания. Возможным решением будет использование электрического нагревательного элемента, целью создания которого будет не только снижение содержания окиси углерода, но и значительное увеличение однородности свойств дыма.

Приведенный в диссертации расчет экономической эффективности достигается за счет проведения анализов по оценке качества курительных изделий для кальяна и составляет 1,83 млн. руб. в год на одну курительную машину.

ВЫВОДЫ

1. Впервые проведены комплексные исследования по выявлению влияния различных факторов на формирование качества курительного изделия для кальяна.

2. Установлено, что для оценки качества курительного изделия для кальяна, путем сбора конденсата его дыма с помощью курительной машины и дальнейшего его анализа, оптимальными являются следующие параметры прокуривания: объем затяжки – 0,5 л, 1,0 л, 1,5 л, объемный расход затяжки – 50, 100, 200, мл/с, продолжительность затяжки для объема 0,5 л – 10; 5; 2,5с, для 1,0 л – 10 и 5 с, для 1,5 л – 7,5с. Интервал между затяжками: 15, 30, 45 с.

3. Установлено, что температура процесса образования дыма в кальяне не превышает 200 – 250 °С, что значительно ниже, чем при курении сигарет, и, значит, механизмы образования дыма кальяна и сигарет существенно отличаются. Выявлено, что особенности горения различных марок и таблеток быстровозгорающегося угля для кальяна из одной пачки могут значительно различаться, поэтому в исследованиях необходимо использовать таблетки только той марки угля, которые сгорают однородно (значения температуры выходящих газов и аэродинамического сопротивления в процессе горения для таблеток из одной пачки близки между собой).

4. Предложено для оценки качества курительного изделия для кальяна использовать массу влажного конденсата и содержание окиси углерода в дыме кальяна. Установлено, что количество образующегося влажного конденсата и испарение компонентов кальянного табака зависят от марки

угля. Выявлено, что оседание влажного конденсата на шахте кальяна незначительно зависит от марки угля.

5. Выявлено влияние общего объема прокуривания на количество образующегося влажного конденсата и изменение масс различных элементов кальяна после прокуривания. Определено, что масса влажного конденсата при прокуривании 4,5 г табака для кальяна составляет около 1 г (220 мг/ г кальянного табака).

6. Выявлено влияние объема воздуха, проходящего через уголь, на изменение содержания окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна. Установлено, что содержание окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна составляет порядка 1 %.

7. Установлено, что конструкция кальяна незначительно влияет на содержание в его дыме окиси углерода.

8. Определено, что содержание окиси углерода в газовой фазе дыма кальяна при использовании обычного древесного угля и быстровозгорающегося приблизительно одинаковое, однако использование обычного древесного угля в исследованиях нецелесообразно, поскольку его структура неоднородна.

9. Разработано и изготовлено 5 модельных установок и 9 методик, позволивших изучить влияние различных факторов на формирование качества курительного изделия для кальяна.

10. Результаты исследований могут быть использованы при разработке нормативов и показателей токсичности курительного изделия для кальяна, а также при его производстве. Социальный эффект заключается в оценке качества курительного изделия для кальяна и предоставления потребителю объективной информации об этом продукте. Экономический эффект от внедрения разработанных методик заключается в получении прибыли от оказания услуг по оценке качества курительных изделий для кальяна и составляет 1,83 млн. руб. в год на одну курительную машину.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации:

1. Бубнов, Е.А. К вопросу о разработке табачных мешков для кальяна [Текст] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса/ Матер. VII регион. науч.-практ. конф. молодых ученых. Краснодар: КубГАУ, 2005. – С. 7-8.
2. Бубнов, Е.А. Моделирование курения кальяна [Текст] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса/ Матер. VIII регион. науч.-практ. конф. молодых ученых. Краснодар: КубГАУ, 2006. – С. 292-294.
3. Бубнов, Е.А. Исследование температуры потока в различных точках кальяна [Текст] / Е.А. Бубнов, Н.А. Кудряшов // Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества/ Матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2006. Ч.1. – С.377-381.
4. Бубнов, Е.А. Влияние внутреннего диаметра элементов кальяна на время затяжки и скорость потока при протягивании [Текст] / Е.А. Бубнов, Е.А. Тимошенко // Интеграция фундаментальных и прикладных исследований – основа развития современных аграрно-пищевых технологий/ Сб. матер. науч.-практ. конф. – Углич, 2007. – С. 49-52.
5. Бубнов, Е.А. Изменение свойств угля для кальяна при хранении [Текст] // Сб. науч. трудов ВНИИТТИ. Краснодар, 2008. Вып. 177. – С. 227-231.
6. Бубнов, Е.А. Курение табака с помощью кальяна (литературный обзор) [Текст] // Сб. науч. трудов ВНИИТТИ. Краснодар, 2008. Вып. 177. – С. 231-239.
7. Бубнов, Е.А. Исследование токсических свойств дыма кальяна [Текст] // Сб. докладов конф.-конкурса научно-инновационных работ молодых ученых и специалистов за 2008 год. – М., 2008. – С. 17-21.
8. Бубнов, Е.А. Определение параметров прокуривания кальяна [Текст] // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 3. – С. 70-71.
9. Лапина, О. Кальян для двоих [Текст] / О. Лапина, Е. Бубнов // Анапа сегодня. – 2009. – № 7,8. – С. 78-81.
10. Патент РФ 75546. Разъемное соединение шланга с кальяном / Е.А.Тимошенко, Н.Н. Винеvская, Е.А. Бубнов, Ф.И. Помазанов. Заявка № 2008107484/22 от 26.02.08. Оpubл. 20.08.08 Бюл. № 23.
11. Патент РФ 63179. Установка для нанесения на табак специфических добавок / Е.А.Тимошенко, Н.Н. Винеvская, Е.А. Бубнов, Ф.И. Помазанов. Заявка № 2006119337/22 от 01.06.06. Оpubл. 27.05.07 Бюл. № 15.

Подписано в печать 11.11.2009. Печать трафаретная.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 1,36. Тираж 100 экз. Заказ № 233.
Отпечатано в ООО «Издательский Дом-Юг»
350072, г. Краснодар, ул. Московская 2, корп. «В», оф. В-120, тел. 8-918-41-50-571