

ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ НА ТОКСИЧНОСТЬ ТАБАЧНОГО ДЫМА СИГАРЕТ

Дурунча Н.А.; Остапченко И.М.

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

Важнейшим шагом на пути к снижению вредного влияния табачного дыма на здоровье курильщика в 50-е годы прошлого столетия было создание и использование в производстве сигарет ацетатных и бумажных фильтров, ставших значимым инструментом для регулирования выхода смолы и никотина в главную струю табачного дыма при курении. Для изготовления современных фильтров в качестве основных фильтрующих материалов применяются ацетатцеллюлоза, крепированная бумага, полипропилен, активированный уголь, а большое разнообразие фильтров создается их различными комбинациями.

Многие фильтрующие материалы обладают свойством селективности. Так как летучие и полулетучие вещества играют важную роль в формировании аромата и вкуса табачного дыма, то селективные свойства фильтрующего материала влияют на компонентный состав главной струи дыма, что приводит к изменению его органолептических характеристик. В результате этого обстоятельства наибольшее распространение получили ацетатные фильтры, не оказывающие влияние на курительные свойства табачной мешки, хорошо удерживающие твердую фазу, избирательно удерживающие фенолы и некоторые другие опасные для здоровья вещества и имеющие опрятный внешний вид.

Данные полезные свойства ацетатных фильтров были использованы для производства комбинированных фильтров, содержащих активированный уголь, поскольку его необходимо помещать в сегмент фильтра со стороны, противоположной окурочному концу сигареты. Добавление активированного угля к сигаретному фильтру позволяет увеличить удержание широкого ряда веществ, содержащихся в паровой фазе и полулетучих компонентов дыма, в числе которых – никотин.

Активированный уголь, получаемый при обжиге оболочки кокосовых орехов, является одним из лучших материалов, адсорбирующих вещества газовой фазы дыма, и наиболее распространенным видом угля, используемым в сигаретных фильтрах. Поверхность угля напоминает собой пористую губку. Высокая концентрация пор в малом физическом объеме придает углю способность поглощать вещества из табачного дыма путем соприкосновения с поверхностью угля и проникновением во внутреннюю систему пор, которая затем удерживает эти вещества. Благодаря высокой удельной поверхности ($1000-1200 \text{ м}^2/\text{г}$) уголь действует как адсорбент (тогда как удельная поверхность ацетатного фильтра равна, примерно, $0,8 \text{ м}^2/\text{г}$). Активированный уголь эффективен для удаления из дыма веществ с температурой кипения выше 30°C .

Эффективность действия угля, используемого в фильтрах, во многом зависит от конструкции сигаретного фильтра, однако он не способен уменьшить

содержание в табачном дыме такого компонента, как монооксид углерода. Реальное снижение монооксида углерода и оксида азота в настоящее время возможно только с помощью вентилируемых фильтров. Но благодаря действию активированного угля, понижается содержание альдегидов и цианидов, которые придают табачному дыму резкость во вкусе. Кроме того, уголь способствует уменьшению в дыме низкомолекулярных углеводородов, полувolatile фенолов, пиридина и хинолина.

Для производства угольных фильтров используется активированный уголь, который обычно вкраплен в ацетатные или бумажные волокна, а в отдельных конструкциях фильтров может быть помещен в виде гранул в отдельную камеру тройного фильтра. Угольный фильтр используют в качестве сегмента в комбинированных фильтрах. Так, в двойном комбинированном фильтре может использоваться крепированная бумага, пропитанная угольной пылью, и ацетатный фильтр. В двойном активном ацетатном фильтре применен активированный уголь, гранулы которого вкраплены в ацетатный сегмент фильтра в сочетании с сегментом ацетатного фильтра, расположенного со стороны торца сигареты. Тройной активный угольный фильтр состоит из двух сегментов ацетатного фильтра и сегмента из крепированной бумаги, пропитанной угольной пылью.

В настоящее время производители сигарет поставлены в такие условия, когда законодательно ужесточаются требования по содержанию токсичных компонентов в табачном дыме. С другой стороны, потребители все больше хотят курить сигареты с невысоким содержанием никотина [1, 2]. Конструкции современных фильтров специально разрабатываются с учетом понижения смолы и никотина, но сохранением вкуса табачного дыма.

Другой подход к общему снижению выхода компонентов табачного дыма состоит в использовании процесса селективной фильтрации, при этом используются добавки к фильтру, селективно удаляющие индивидуальное соединение или группу токсичных соединений. В настоящее время представлен довольно широкий спектр материалов, используемых в таком качестве в виде гранул – это активированный уголь, алюминаты, катализаторы, молекулярные сита, ионообменные смолы, сепиолит, силикагель, цеолиты.

Фильтр с активной накладкой обладает высокой селективностью к цианистому водороду. В этом фильтре используется специальная фисцелла, на которую впечатана угольная накладка. Регулированием длины накладки достигается изменение массы вводимого угля. Для фильтра длиной 25 мм можно достичь загрузки 45-50 мг активированного угля. В фильтре HCN используется специальный уголь с пропиткой, которая увеличивает поглощение им цианистого водорода, сохраняя обычную способность угля удалять из дыма широкий набор веществ.

Гранулированные добавки являются эффективными средствами для уменьшения содержания токсичных компонентов газовой фазы дыма, что подтверждается исследованиями, проведенными в «Filtrona Technology Centre» [3]. В качестве тестируемых адсорбирующих материалов были использованы: ко-

косовый уголь, каменный уголь, кокосовый уголь, обработанный специальной пропиткой (HCNR уголь), силикагель, ионообменная смола.

Цель исследования заключалась в изучении степени удерживания адсорбирующими материалами таких компонентов газовой фазы табачного дыма, как летучие цианиды, карбонилы (альдегиды, кетоны), углеводороды (1,3-бутадиен, изопрен, бензол, стирол), полуметучие основания (пиридин и хинолин). Степень удерживания веществ фильтрами с адсорбирующими материалами рассчитывалась как разница между содержанием исследуемого вещества в дыме контрольной и тестовой сигарет, по отношению к содержанию вещества в дыме контрольной сигареты в процентах. В качестве контрольной использовалась сигарета с ацетатным фильтром. Основные характеристики исследуемых материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства адсорбирующих материалов

Материал	Объемная плотность, г/мл	Удельная поверхность, м ² /г	Размер частиц, мм
Кокосовый уголь	0,47	1100	0,21-0,60
Каменный уголь	0,56	1100	0,21-0,60
HCNR уголь	0,43	1600	0,21-0,60
Силикагель	0,43	480	0,25-0,50
Ионообменная смола	0,30	550	0,42-1,00

Как видно из таблицы 1, HCNR уголь имеет наибольшую удельную поверхность, тогда как у силикагеля и ионообменной смолы эта характеристика практически в три раза меньше. Самая высокая объемная плотность – у каменного угля, а самая низкая – у ионообменной смолы, имеющей максимальный размер частиц.

Результаты проведенного исследования представлены на рисунках 1-3. Как видно из рисунков, наибольшей удерживающей способностью по отношению к цианидам и карбонилам обладает HCNR уголь. Кокосовый и каменный уголь обладают примерно одинаковым удерживанием акрилонитрилов, альдегидов и кетонов (около 60%), однако кокосовый уголь значительно лучше поглощает цианистый водород. Силикагель и ионообменная смола имеют менее выраженную способность удерживать акрилонитрил, однако на уровне кокосового и каменного угля способны поглощать кетоны, а ионообменная смола – до 80% цианистого водорода.

HCNR уголь эффективно удерживает углеводороды (от 80 % и выше), тогда как кокосовый и каменный угли способны адсорбировать примерно одинаковое их количество – около 60 %.

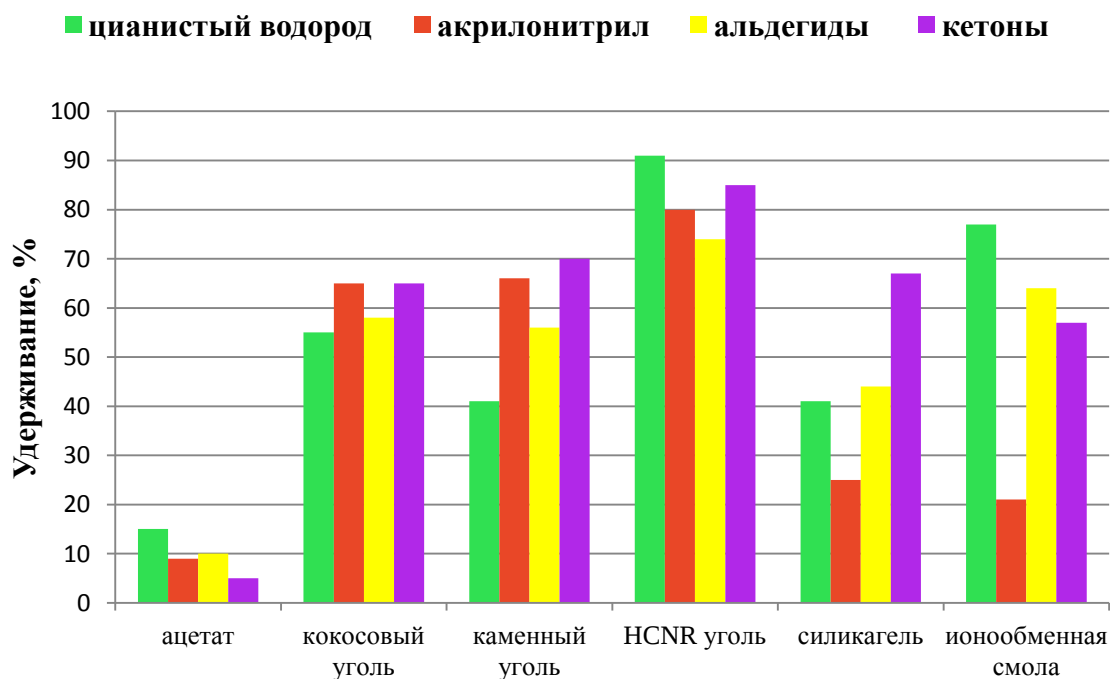


Рис. 1. Удерживание цианидов и карбониллов

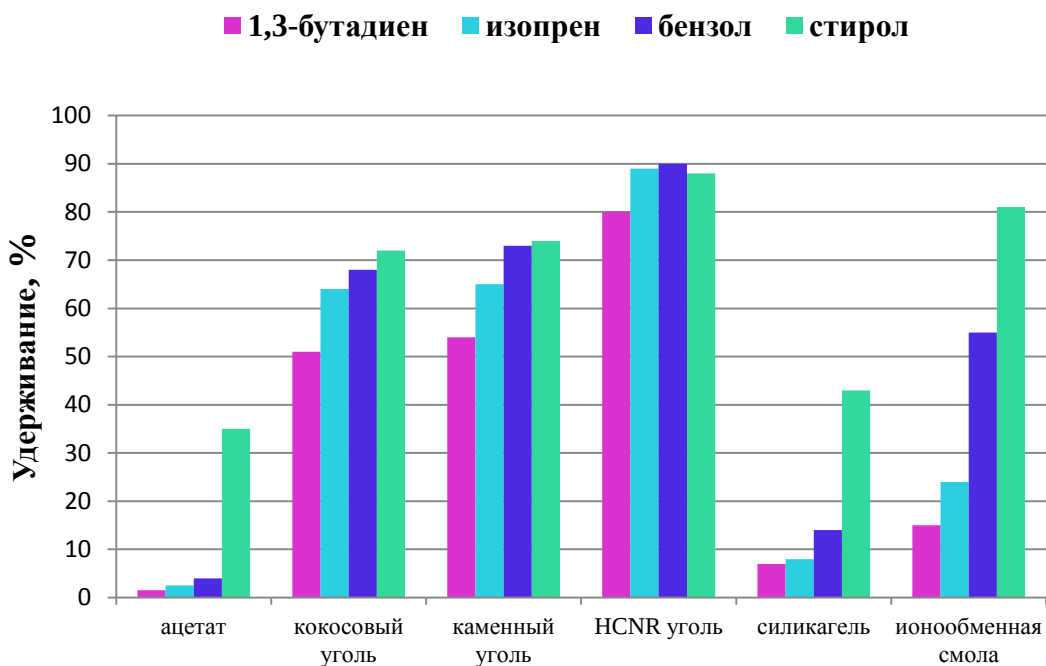


Рис. 2. Удерживание углеводородов

Ионообменная смола поглощает 80 % стирола и около 60 % бензола, что значительно выше результатов удерживания этих веществ силикагелем. Что касается адсорбции полуволетучих оснований, то способность удерживать пиридин ионообменной смолой, силикагелем и HCNR углем очень высокая и составляет более 80 %. Поглощение кокосовым и каменным углями пиридина также значительно – 70-75 %. Намного меньше исследуемые материалы адсорбировали хинолин, причем ацетат (контрольный образец) показал почти такой же результат, как HCNR уголь и силикагель.

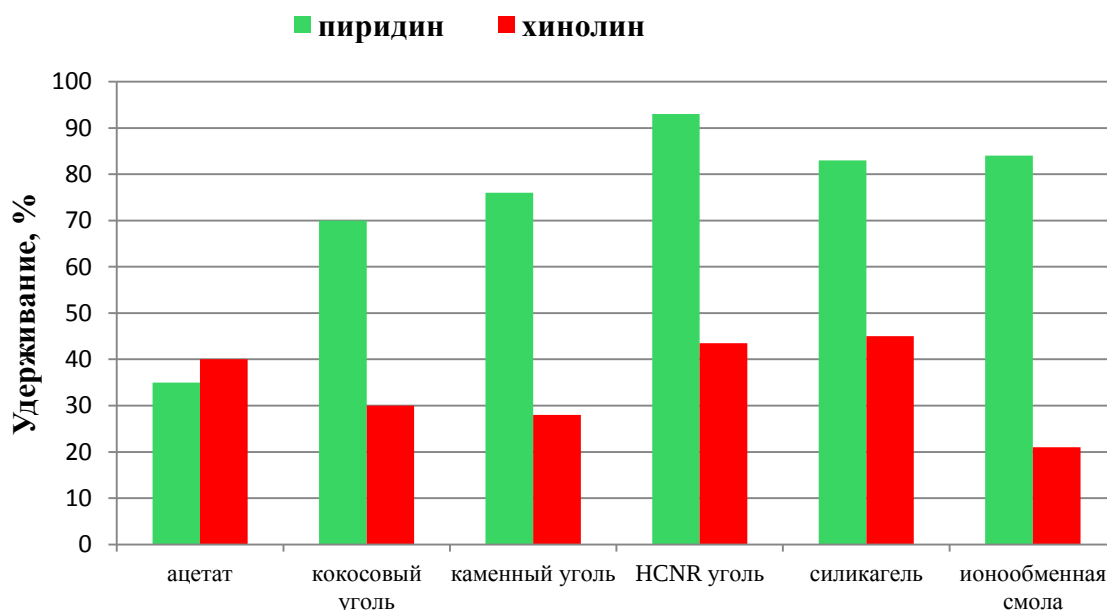


Рис. 3. Удерживание полуволетучих оснований

Результаты проведенного исследования показали высокую эффективность применения гранулированных добавок в целях удерживания отдельных компонентов паровой фазы табачного дыма, особенно это справедливо по отношению к HCNR, кокосовому и каменному углям.

По мнению ведущих фирм-производителей, использование активированного угля в фильтрах будет возрастать. Другие фильтрующие материалы, такие как ионообменные смолы, селективные угли и другие селективные адсорбенты в будущем станут более общепринятыми. В настоящее время проводятся работы по созданию новых типов фильтров, которые будут удовлетворять потребности снижения токсических веществ в табачном дыме.

Литература

1. Дурунча, Н.А. Результаты исследований современных табачных изделий по показателям безопасности и качества / Н.А. Дурунча, Т.А. Пережогина, И.М. Остапченко [и др.] // Естественные и технические науки. – 2014. – №3. – С. 183-187.
2. Дурунча, Н.А. Анализ качественных показателей сигарет с фильтром / Н.А. Дурунча, Т.А. Пережогина, Т.И.Покровская [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2014. – №1 (337). – С. 108-111.
3. Taylor, M.J. Designing a reduced risk cigarette / M.J. Taylor // Tabexpo Congress 27-29 November 2007 Paris – Nord Villepinte, 2007.