

Также в работе были исследованы показатели воспламеняемости тканей по ГОСТ Р 50810-95. Из таблицы 1 видно, что в целом обработка парусин композициями на основе поликомплексов приводит к значительному уменьшению (со 143 до 10 секунд) времени самостоятельного горения тканей, а в случае с ИПК ПАК-ПВС и ПАК-ПАА к полному прекращению горения образцов.

Таблица 1 – Определение воспламеняемости тканей.

Регистрируемые параметры (испытание вдоль основы)	Материал							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Парусина артикул 11291	Парусина арт.11291 с пропиткой ИПК ПАК-ПВС	Парусина арт.11291 с пропиткой ИПК ПАК-ПЭО	Парусина арт. 11291 с пропиткой ИПК ПАК-ПАА	Парусина артикул 11234 ОП	Парусина арт. 11234 с пропиткой ИПК ПАК-ПАА	Парусина арт. 11234 с пропиткой ИПК ПАК-ПЭО	Парусина арт. 11234 с пропиткой ИПК ПАК-ПВС
Время зажигания с поверхности, с	15	15	-	15	15	15	-	15
Время зажигания с кромки, с	15	15	15	15	15	15	15	15
Время самостоятельного горения, с	143	-	150	-	-	10	83	5
Прогорание до кромки	+	-	+	-	-	-	-	-
Длина обугленного участка, мм	*	77	*	73	59	80	135	37
Поверхностная вспышка	-	-	-	-	-	-	-	-

\* - прогорание образца до кромки

Поэтому, можно сделать вывод, что модификация парусины композициями на основе интерполимерных комплексов приводит к снижению воспламеняемости и горючести текстильных материалов. Наличие двух огнезащитных модификаторов, как в случае парусины артикула 11234, приводит к синергизму действия таких добавок и получению материала с высокой пожаробезопасностью и малой токсичностью.

Список использованных источников

1. Копылов В.В., Новиков С.Н., Оксентьевич Л.А. Полимерные материалы с пониженной горючестью. - М.: Химия, 1986.-224 с.
2. А.Д. Антипина, В.Ю. Барановский, И.М. Паписов, В.А. Кабанов. Особенности равновесий при образовании комплексов поликислот и полиэтиленгликолей. – М.: Высокомолекул. соед. А. 2001. Т. 14, №4, с. 941-948.
3. А.А. Литманович. Особенности термических реакций в поликомплексах и композициях на их основе. Интерполимерные комплексы: Тезисы докладов 2-й Всесоюзной конференции. – Рига, 1989, с. 152-154.
4. Г.М. Коваленко, Е.С. Бокова, К.С. Бокова. Изучение теплофизических свойств интерполимерных комплексов на основе полиакриловой кислоты. Теоретические и практические вопросы науки XXI в. сборник статей, Т.22 Международной научно-практической конференции, 28 февраля 2014 г., в 2 ч. Ч.1 – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – с. 17-19.

УДК 543.253

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИГАРЕТНОМ ДЫМЕ

*Матвейко Н.П., зав. каф., Брайкова А.М., доц.,*

*Садовский В.В., первый проректор*

*Белорусский государственный экономический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В процессе курения зажженная сигарета, подобно "химической фабрике", производит более четырех тысяч разнообразных химических веществ и их соединений. Они поступают в табак из почвы и атмосферы во время его роста, синтезируются в процессе технологической обработки табачных листьев.

На кафедре физикохимии материалов и производственных технологий Белорусского государственного экономического университета в течение нескольких лет проводились инверсионно-вольтамперометрические исследования содержания тяжелых металлов в табаке и фильтрах сигарет до и после курения. В ходе выполненных исследований установлено, что не только табак, но и материалы фильтров содержат тяжелые

металлы, причем в концентрациях иногда выше, чем в табаке сигарет. В некоторых случаях в материале фильтра до курения концентрация тяжелых металлов была выше, чем в материале фильтра выкуренной сигареты. Это может свидетельствовать о том, что фильтры не только практически не удерживают тяжелые металлы, но и сами являются дополнительным источником их поступления с дымом в организм человека. Другими словами материал фильтра сигарет, удерживая ряд органических токсикантов и оксид углерода, о чем свидетельствуют данные литературных источников, не является гарантией исключения попадания в организм человека тяжелых металлов, большинство из которых обладают канцерогенными свойствами [1,2].

Дым сигареты включает два потока: основной, который вдыхает курящий человек, и дополнительный (побочный) поток дыма, который выделяется с кончика зажженной сигареты между затяжками и содержит наибольшие концентрации токсичных химических веществ, в том числе, тяжелых металлов. Дополнительный поток дыма является наиболее опасным для человека, поскольку токсичные вещества попадают в организм человека в виде аэрозоля являющегося биологически и химически активной формой.

Тяжелые металлы, быстро поступая в системный кровоток, запускают процесс поражения сосудов. Кроме того, они обладают кумулятивными свойствами. В связи с этим, обращает на себя внимание накопление в организме курящего человека таких элементов, как свинец, кадмий, ртуть. Общее количество кадмия во внутреннем слое аорты курящего человека прямо пропорционально интенсивности и длительности курения. Его концентрация в сыворотке крови в 2 – 3 раза выше у курящих людей в сравнении с некурящими людьми. Особенно заметна эта тенденция у тех, кто выкуривает более 20 сигарет в день в течение 10 лет и больше. Было подсчитано, что за это этот период в организм попадает более 1,5 кг различных химических веществ, причем количество тяжелых металлов может достигать 21 г при курении классических сигарет и 24 г - при курении легких сигарет [3,4].

Одновременное злоупотребление алкоголем может привести к увеличению в крови курящего человека концентрации другого тяжелого металла – свинца. У людей, выкуривающих более десяти сигарет в день в течение десяти лет и больше, тяжелые металлы (свинец, кадмий, ртуть) в повышенных концентрациях обнаруживают даже в хрусталике глаза [3].

В Республике Беларусь действует ряд технических нормативных правовых актов (ТНПА), устанавливающих требования к качеству, безопасности и методам контроля табачной продукции, такие как ГОСТ 3935, ГОСТ 30570, ГОСТ 30571. Разработаны санитарные правила и нормы (СанПиН 1.1.12-1-2003) для табачных изделий, где приведены предельно допустимые уровни содержания никотина и смолы, а также ряда пестицидов. В настоящее время разработан проект технического регламента Таможенного союза на табачную продукцию, согласно которому содержание смолы и никотина в дыме одной сигареты с фильтром и без фильтра не может превышать 1,0 и 10 мг на одну сигарету соответственно. Содержание оксида углерода (СО) в дыме одной сигареты с фильтром не может превышать 10 мг на одну сигарету.

Однако во всех перечисленных документах не регламентируется содержание тяжелых металлов, хотя некоторые из них, такие как свинец, кадмий и ртуть, относятся к токсичным элементам и оказывают крайне негативное влияние на организм человека.

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание цинка, кадмия, свинца, меди и ртути в дыме сигарет тех же марок, для которых ранее определено содержание этих металлов в табаке и фильтрах [1,2] (наименования сигарет приведены в таблице 1).

Выбор метода инверсионной вольтамперометрии обусловлен его простотой, высокой чувствительностью и точностью, низкой стоимостью оборудования. Суть этого метода состоит в предварительном концентрировании определяемых веществ на индикаторном электроде и последующей регистрации процесса их растворения. Возникающий в процессе растворения ток имеет форму пика. Потенциал пика позволяет идентифицировать вещество (качественная характеристика), а сила тока растворения – определять концентрацию этого вещества (количественная характеристика).

Выкуривание сигарет осуществляли с помощью водоструйного насоса, соединенного с поглотителем Рихтера, в который помещали 10 мл фонового электролита (0,45 М водного раствора муравьиной кислоты). Выделяющийся от сгорания одной сигареты, дым поступал в поглотитель Рихтера, где происходила экстракция содержащихся в дыме тяжелых металлов.

Определение Zn, Cd, Pb и Cu в образцах дыма сигарет проводили на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4 с применением амальгамированного серебряного индикаторного электрода, хлорсеребряного электрода сравнения, который являлся также вспомогательным электродом. Анализ образцов дыма сигарет на содержание Hg выполняли на анализаторе вольтамперометрическом марки АВА-3 с применением углеситаллового индикаторного электрода, хлорсеребряного электрода сравнения и платинового вспомогательного электрода.

Электрохимическую очистку индикаторного электрода при определении Zn, Cd, Pb и Cu на ТА-4 проводили при потенциале +100 мВ в течение 20 с. Накопление металлов на его поверхности выполняли при потенциале -1400 мВ в течение 20-40 секунд. Успокоение раствора – при потенциале -1100 мВ в течение 10 с. Регистрацию вольтамперных кривых осуществляли при скорости развертки потенциала 70 мВ/с на фоне 0,45 М водного раствора муравьиной кислоты.

Определение Hg на анализаторе АВА-3 проводили в следующих условиях: очистка углеситаллового индикаторного электрода при потенциале +450 мВ в течение 10 с; накопление ртути на поверхности индикаторного электрода при потенциале -1200 мВ в течение 60 – 90 с; успокоение раствора при потенциале +50 мВ в течение 3 с. Регистрацию вольтамперной кривой выполняли при скорости развертки потенциала 5000 мВ/с на фоне водного раствора электролита, содержащего 0,2 – 0,4 моль/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,1 моль/л KNO<sub>3</sub> и 0,0005 – 0,001 моль/л Трилона Б.

Определение тяжелых металлов проводили методом добавок, для чего использовали стандартный раствор, содержащий по 2 мг/л цинка, кадмия, свинца и меди, который был приготовлен на основе Государственных стандартных образцов (ГСО) и бидистиллята. Отдельно из оксида ртути (II) готовили стандартный раствор, содержащий 2 мг/л ртути. Каждую пробу анализировали не менее четырех раз. Все результаты обрабатывали методом математической статистики. При этом рассчитаны относительные стандартные отклонения ( $S_r$ ) и интервальные значения содержания металлов в фильтрах сигарет при доверительной вероятности 95% ( $\pm\Delta x$ ).

Примеры вольтамперных кривых, полученных с помощью анализатора вольтамперметрического ТА-4 образца дыма сигарет №3, представлены на рисунке 1.

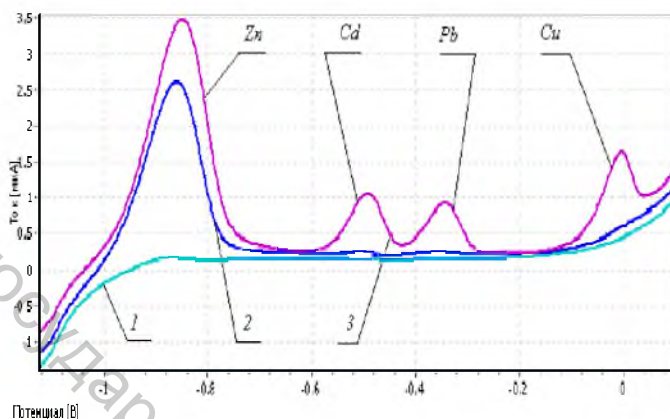


Рисунок 1 – Вольтамперные кривые: 1 – фонового электролита (0,45 М водного раствора муравьиной кислоты); 2 – пробы образца дыма сигарет №3 (KENT HD (4)); 3 – пробы с добавкой стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л цинка, кадмия, свинца и меди

На вольтамперной кривой фонового электролита (рис.1 кривая 1) пики тока отсутствуют. При анализе пробы дыма сигарет №3 на вольтамперной кривой (кривая 2) появляются пики в области потенциалов, В:  $-1 \div -0.7$ ,  $-0.55 \div -0.45$ ,  $-0.4 \div -0.3$  и  $-0.1 \div +0.5$ , которые свидетельствуют о присутствии в образце дыма сигарет №3 цинка, кадмия, свинца и меди соответственно. После добавления к пробе стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л каждого из определяемых металлов, интенсивность пиков окисления металлов существенно возрастает (кривая 3). По разности интенсивностей пиков в пробе до и после внесения добавки стандартного раствора определяемых металлов компьютерная программа автоматически рассчитывает содержание каждого из металлов в пробе образца.

Вольтамперные кривые разности, полученные в процессе анализа содержания ртути в образце дыма сигарет №3 на анализаторе АВА-3, приведены на рисунке 2.

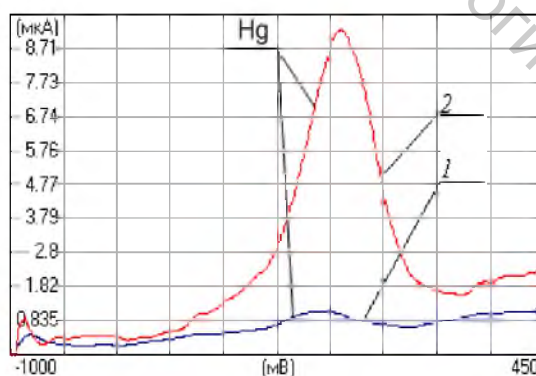


Рисунок 2 – Вольтамперные анодные кривые разности: 1 – пробы образца дыма сигарет №3 (KENT HD (4)) и фонового электролита; 2 – пробы с добавкой стандартного раствора, содержащего 2 мг/л ртути и фонового электролита

На вольтамперной анодной кривой разности пробы и фонового электролита (кривая 1) в интервале потенциалов от  $-420$  мВ до  $+160$  мВ имеется максимума тока окисления Hg. При введении в анализируемую пробу добавки стандартного раствора ртути, максимум тока окисления металла пропорционально увеличивается (кривая 2). По относительному изменению интенсивности пиков программа, совмещенная с АВА-3, автоматически рассчитывает содержание ртути в образце дыма.

Аналогичные вольтамперные кривые пробы и пробы с добавкой стандартного раствора были получены для всех исследованных образцов дыма сигарет.

Результаты определения содержания цинка, кадмия, свинца, меди и ртути в мг на 1 кг табака до курения [2] и в дыме сигарет в пересчете на 1 кг выкуренного табака приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 кг табака до курения

№ пробы	Содержание металла, мг/кг табака									
	Zn	S <sub>r</sub> , %	Cd	S <sub>r</sub> , %	Pb	S <sub>r</sub> , %	Cu	S <sub>r</sub> , %	Hg	S <sub>r</sub> , %
1. KENT CLICK SWITCH REFRESH	25±0,4	1,2	0,21±0,01	3,4	0,71±0,03	3,0	6,5±0,2	2,2	6,01±0,20	2,4
2. KENT SILVER	22±0,3	1,0	0,17±0,01	4,2	0,93±0,04	3,1	7,1±0,2	2,0	1,37±0,06	3,2
3. KENT HD (4)	20±0,3	1,1	0,36±0,02	4,0	0,90±0,04	3,2	7,1±0,2	2,0	3,64±0,13	2,6
4. CAMEL WHITE	29±0,4	1,0	0,47±0,03	4,6	1,90±0,11	4,2	7,6±0,2	1,9	3,74±0,14	2,6
5. LUCKY STRIKE	28±0,4	1,0	0,36±0,02	4,0	2,40±0,13	3,9	7,6±0,2	1,9	2,45±0,10	3,0
6. PALL MALL NANOKINGS BLUE	38±0,6	1,1	0,30±0,02	4,8	1,20±0,05	3,0	8,2±0,2	1,8	5,40±0,17	2,3

Таблица 2 – Содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в дыме сигарет в пересчете на 1 кг выкуренного табака

№ пробы	Содержание металла, мг/кг табака									
	Zn	S <sub>r</sub> , %	Cd	S <sub>r</sub> , %	Pb	S <sub>r</sub> , %	Cu	S <sub>r</sub> , %	Hg	S <sub>r</sub> , %
1	6,6±0,2	2,2	–	–	0,08±0,003	2,7	0,26±0,008	2,2	0,17±0,009	3,8
2	14±0,3	1,5	–	–	0,23±0,009	2,8	1,21±0,05	2,9	–	–
3	5,6±0,2	2,6	0,016±0,0008	3,6	0,33±0,014	3,1	1,70±0,07	2,9	0,11±0,007	4,6
4	15±0,3	1,4	–	–	0,31±0,012	2,8	0,47±0,016	2,4	0,13±0,008	4,4
5	3,6±0,1	2,0	0,002±0,0001	3,6	0,07±0,002	2,1	0,09±0,005	4,0	0,16±0,009	4,0
6	5,9±0,2	2,4	0,001±0,00006	4,3	0,15±0,007	3,3	0,11±0,007	3,3	0,40±0,015	2,7

Сопоставление результатов определения содержания тяжелых металлов в 1 кг табака до курения и в дыме сигарет в пересчете на выкуренный табак показывает, что в дыме всех шести образцов сигарет содержится цинк, свинец и медь. Кадмий обнаружен в дыме образцов сигарет №1, 3, 5 и 6. Свинец не обнаружен лишь в дыме образца сигарет №2. Таким образом, существует возможность попадания тяжелых металлов в организм человека через легкие с дымом сигарет, причем этим человеком может быть не только непосредственно сам курильщик, но и тот, кто находится рядом.

Список использованных источников

1. Матвейко Н.П., Брайкова А.М., Садовский В.В. Сигареты и здоровье человека // Бялогія і хімія. – 2014. – №2. – С. 57-63.
2. Матвейко Н.П., Брайкова А.М., Садовский В.В. Определение содержания тяжелых металлов в табаке сигарет и продуктах его сгорания // Вестник БГУ. – 2014. – Вып. 3 – С. 65-70.
3. Зербино Д.Д., Соломенчук Т.М., Лесник С.А., Фус С.В., Москалик О.С. Ксенобиотики в сигаретах // Сердце і судини. – 2003. – №3. – С. 156 – 159.
4. Зербино Д.Д., Соломенчук Т.М., Тошлко О.Ю. Ксенобиотики в сигаретах і сигаретному димі : куріння легких сигарет не знижує ризик надходження в організм людини важких металів // Укр. мед. часопис – 2003. – №4(36). – С. 130 – 133.

УДК 691.328

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СТАЛИ НА СЦЕПЛЕНИЕ С БЕТОНОМ

*Матвейко Н.П., зав. каф., Зарапин В.Г., доц.*

*Белорусский государственный экономический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Надежное сцепление арматуры с бетоном, препятствующее сдвигу арматуры в бетоне, является основным фактором, обеспечивающим совместную работу арматуры и бетона, позволяющим ему работать под нагрузкой как единому монолитному телу. Сцепление арматуры с бетоном зависит от ряда факторов, главными из которых являются адгезионные и молекулярные силы склеивания цементного камня с поверхностью металла, силы трения, вызванные усадкой бетона, разница температурного расширения стали и бетона, силы механического зацепления выступов арматуры за бетон (последние – у арматуры периодического