

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ФИЛЬТРАХ СИГАРЕТ

*Матвейко Н.П., зав. кафедрой, Брайкова А.М., доц., Садовский В.В., первый проректор,
УО «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Фильтры, снижающие содержание токсических веществ в табачном дыме, обычно изготавливают из ацетатного или целлюлозосодержащего волокон с нанесенными на них веществами, обладающими адсорбционными свойствами, или пропитывают волокна этими веществами. В качестве таких веществ могут использоваться растворимые в воде соли двухвалентных металлов, например ацетат железа, ацетат меди, сульфат цинка и другие, которые легко связывают никотин сигаретного дыма [1]. Для связывания содержащихся в табачном дыме альдегидов в материал фильтра вносят, кроме того, органические кислоты (аскорбиновую, лимонную и другие) [2]. В последнее время для изготовления фильтров сигарет все большее распространение получают импрегнированные адсорбенты. Наиболее популярны пористые алюмосиликаты, особенно цеолиты. В качестве носителей в таких адсорбентах используют коллоидный алюминий или коллоидный кремний, а в качестве импрегнирующих добавок – ацетат цинка, ионы свинца и олова. Фильтры с импрегнированными адсорбентами связывают до 95% содержащегося в табачном дыме оксида углерода (I).

Основным недостатком фильтров сигарет является ограниченный спектр поглощаемых ими вредных веществ и высокая вероятность того, что сами фильтры при нагревании могут подвергаться деструкции с образованием токсичных соединений. Кроме того, фильтры не адсорбируют из дыма сигарет металлы (медь, ванадий, марганец, железо, кобальт, никель и другие) и токсичные элементы (свинец, мышьяк, хром) [3].

Цель работы – исследовать содержание токсичных элементов в материале фильтров сигарет различных марок до, и после курения.

Исследования содержания токсичных элементов в фильтрах сигарет проводили с использованием метода инверсионной вольтамперометрии (ИВА), который позволяет определять содержание цинка, кадмия, свинца и меди в одной пробе при их совместном присутствии, а также в отдельной пробе – ртути. Суть метода состоит в предварительном концентрировании определяемых металлов на индикаторном электроде и последующем регистрировании вольтамперных кривых их растворения. Потенциалы пиков на вольтамперных кривых идентифицируют элемент (качественная характеристика), а максимальный ток пика пропорционален концентрации элемента (количественная характеристика).

Для исследования выбраны фильтры от сигарет различных марок, приобретенных в розничной сети магазинов, наименования которых приведены в таблице 1. Выкуривание сигарет осуществляли посредством их подсоединения к водоструйному насосу.

Подготовку каждого фильтра до и после курения проводили методом мокрой минерализации с использованием программируемой печи ПДП - 18М. Фильтры, массы которых составляли от 0,113 г до 0,298 г, брали целиком. Проводили высушивание проб при температуре 150 - 300 °С. Затем пробы обрабатывали концентрированной азотной кислотой и 30%-ным раствором пероксида водорода, раствор выпаривали при температуре 120 °С, после чего пробы озоляли при температуре 450 °С в течение 30 минут. Растворение в азотной кислоте и растворе пероксида водорода, выпаривание и озоление проводили до образования однородной золы серого цвета. Полученную золу растворяли в 9 мл бидистиллированной воды с добавкой 1 мл муравьиной кислоты.

Определение в пробах фильтров Zn, Cd, Pb и Cu проводили на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4 с применением амальгамированного серебряного индикаторного электрода, хлорсеребряного электрода сравнения, который являлся также вспомогательным электродом. Анализ фильтров 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 содержания Zn, Cd, Pb и Cu на ТА-4 проводили при потенциале +100 мВ в течение 20 секунд. Накопление металлов на поверхности ртутного электрода выполняли при потенциале -1400 мВ в течение 20-40 секунд. Успокоение раствора – при потенциале -1100 мВ в течение 10 секунд. Развертка потенциала осуществлялась со скоростью 70 мВ/с. Фоновым электролитом являлся 0,45 М водный раствор муравьиной кислоты.

Определение Hg на анализаторе АВА-3 проводили в следующих условиях: потенциал очистки углеситаллового индикаторного электрода при потенциале +450 мВ в течение 10 секунд; накопления ртути на поверхности индикаторного электрода при потенциале от -1200 до -900 мВ в течение 60 с; успокоения раствора при потенциале +50 мВ в течение 3 с. Скорость развертки потенциала составляла 5000 мВ/с. Фоновым электролитом служил раствор, содержащий 0,2 – 0,4 моль/л H₂SO₄, 0,1 моль/л KNO₃ 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% (±Δx).

Результаты определения Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 кг материала фильтра и в мкг на одну сигарету до курения приведены в таблицах 1 и 2, а после курения – в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 1 – Содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в 1 кг материала фильтра до курения

№ Наименование пробы	Содержание металла, мг/кг материала фильтра									
	Zn	S _r , %	Cd	S _r , %	Pb	S _r , %	Cu	S _r , %	Hg	S _r , %
1. KENT CLICK SWITCH REFRESH	28±0,4	1,0	-	-	1,9±0,07	2,7	2,4±0,11	3,2	233±1,0	0,3
2. KENT SILVER	52±0,6	0,8	-	-	3,9±0,14	2,6	3,9±0,14	2,6	367±1,5	0,3
3. KENT HD (4)	16±0,3	1,3	-	-	1,3±0,06	3,3	2,6±0,11	3,0	105±0,7	0,5
4. CAMEL WHITE	29±0,4	1,0	-	-	2,6±0,11	3,0	5,4±0,19	2,5	263±1,1	0,3
5. LUCKY STRIKE	20±0,3	1,1	-	-	3,6±0,14	2,8	3,6±0,14	2,8	117±0,8	0,5
6. PALL MALL NANOKINGS BLUE	17±0,3	1,3	-	-	2,3±0,10	3,1	2,7±0,11	2,9	116±0,8	0,5

Таблица 2 – Содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мкг на 1 сигарету до курения

№ пробы	Содержание металла, мкг				
	Zn	Cd	Pb	Cu	Hg
1	8,3±0,12	-	0,57±0,021	0,72±0,058	69,5±0,29
2	8,1±0,09	-	0,60±0,022	0,60±0,022	56,9±0,24
3	4,3±0,08	-	0,35±0,016	0,70±0,030	29,5±0,21
4	3,3±0,05	-	0,29±0,012	0,61±0,021	36,6±0,15
5	3,6±0,05	-	0,66±0,025	0,66±0,025	25,9±0,18
6	2,3±0,04	-	0,31±0,014	0,37±0,015	18,5±0,13

Таблица 3 – Содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в 1 кг материала фильтра после курения

№ про- бы	Содержание металла, мг/кг материала фильтра									
	Zn	S _r , %	Cd	S _r , %	Pb	S _r , %	Cu	S _r , %	Hg	S _r , %
1	9,4±0,2	1,5	0,009± 0,0008	6,7	0,56±0,03	4,2	2,2±0,10	3,2	121±1	0,6
2	52±0,6	0,8	-	-	3,8±0,14	2,6	0,58±0,03	4,2	47±0,5	0,7
3	18±0,3	1,3	-	-	0,42±0,03	4,3	2,0±0,09	3,2	239±1,7	0,5
4	29±0,4	1,0	0,0003± 0,00003	7,9	0,39±0,02	4,5	3,7±0,13	2,6	250±1,7	0,5
5	26±0,4	1,0	-	-	1,33±0,06	3,3	1,4±0,06	3,3	131±1,1	0,6
6	25±0,3	1,0	-	-	1,01±0,05	3,5	2,7±0,11	3,0	102±0,9	0,6

Таблица 4 – Содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мкг на 1 сигарету после курения

№ пробы	Содержание металла, мкг				
	Zn	Cd	Pb	Cu	Hg
1	2,7±0,06	0,0026± 0,0002	0,16±0,009	0,64±0,028	35,1±0,3
2	5,5±0,06	-	0,40±0,014	0,06±0,003	4,9±0,05
3	5,1±0,09	-	0,12±0,016	0,56±0,025	23,7±0,2
4	4,0±0,05	0,00004± 0,000004	0,05±0,007	0,51±0,018	12,3±0,1
5	5,7±0,08	-	0,29±0,013	0,31±0,014	28,9±0,1
6	4,0±0,06	-	0,16±0,008	0,43±0,018	5,7±0,05

Анализ результатов, представленных в таблицах 1–4, показывает, что содержание цинка в материалах фильтров после курения образцов № 2–6 возрастает в сравнении с содержанием металла в материалах фильтров до курения, либо остается неизменным. Исключение составляет образец №1, в котором содержание цинка в материале фильтра после курения снизилось более чем на 66%.

В материалах фильтров до курения всех образцов не обнаружено содержание кадмия, в то время как после курения в образцах №1 и №4 обнаружены небольшие количества кадмия.

Содержание свинца и меди в материалах фильтров после курения всех образцов снижается в сравнении с содержанием этих металлов в материалах фильтров до курения. Исключение составляет лишь образец фильтра после курения №6, где содержание меди остается неизменным.

Содержание ртути в образцах №1, 2, 4 и 6 в материалах фильтров после курения снижается, а в образцах 3 и 5, наоборот, возрастает в сравнении с содержанием Hg в материалах фильтров до курения.

Выводы:

1. Установлено, что материалы фильтров содержат цинк, свинец, медь и ртуть, причем в концентрациях, зачастую выше, чем в табаке сигарет.
2. Тот факт, что в материале фильтра до курения концентрация тяжелых металлов выше, чем в материале фильтра выкуренной сигареты, может свидетельствовать о том, что фильтры не только не адсорбируют металлы, но и сами являются дополнительным источником их поступления с дымом в организм человека.
3. Фильтры сигар не гарантируют снижение попадания в организм человека тяжелых металлов, большинство из которых обладают канцерогенными свойствами.

Список использованных источников

1. US Pat. N 4.397.321, кл. А 2418 15/28, 9.08. 1983.
2. US Pat. N 5.076.294, кл. А 24 D 3/00, 31.12. 1991.
3. Eur. Pat. Appl. N 893007209.0, кл. А 24 D 1/18, 17.07. 1989.

УДК 691.328

**ФОРМИРОВАНИЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА
СТАЛИ С УЛУЧШЕННОЙ АДГЕЗИОННОЙ СПОСОБНОСТЬЮ К
БЕТОНУ**

*Матвейко Н.П., зав. кафедрой, Зарапин В.Г., доц., Бусел Е.А., асс.,
УО «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Проблемы качества и долговечности строительных конструкций, как в техническом, так и в экономическом аспекте привлекают все большее внимание. Во многих случаях экономически оправдано увеличение первоначальных затрат на изготовление конструкции, и ее надежную защиту, если это позволяет сократить число и стоимость ремонтов в процессе эксплуатации. В особенности это относится к железобетонным конструкциям, в которых наиболее опасны повреждения, вызываемые развитием коррозии арматуры, а их устранение чрезвычайно затруднительно. [1].

Железобетон в большинстве случаев не нуждается в защите от воздействий внешней среды. Однако известно немало фактов, когда происходят значительные разрушения железобетонных конструкций под действием растущей на арматуре ржавчины. Коррозия арматуры происходит в результате химического и электролитического воздействия окружающей среды и может протекать как независимо, так и одновременно с коррозией бетона. Продукт коррозии арматуры имеет в несколько раз больший объем, чем арматурная сталь, и создает значительное радиальное давление на окружающий слой. При этом вдоль арматурных стержней возникают трещины и отколы бетона с частичным обнажением арматуры [2]. Основными мерами защиты от коррозии арматуры железобетонных конструкций являются: снижение фильтрующей способности бетона введением специальных добавок, повышение плотности бетона, увеличение толщины защитного слоя бетона, а также применение лакокрасочных или мастичных покрытий, оклеечной изоляции, замена портландцемента глиноземистым цементом, применение специального кислотостойкого бетона и др. [2-3].

Кроме защиты от коррозии арматуры фундаментальное значение для нормальной эксплуатации железобетонных конструкций имеет проблема сцепления арматуры с бетоном. 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. При низком сцеплении образование первой трещины влечет за собой возрастание удлинений на всем протяжении арматуры, что в свою очередь, приводит к резкому раскрытию образовавшейся трещины, сокращению высоты сжатой зоны, уменьшению изгибной жесткости и снижению несущей способности [4].

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 профиля) [5]. На силу прочности сцепления также влияет класс бетона, его возраст, прочность, деформируемость, состав и свойства цемента и заполнителей, а также соотношение количества воды и цемента, которое использовалось для изготовления бетона [6, 7]. Согласно некоторым исследованиям, силы трения пренебрежимо малы, а усадка бетона отрицательно сказывается на сопротивлении арматуры сдвигу, и основным фактором сцепления при склеивании цементного камня с арматурой в период схватывания и твердения бетона являются химические и физические процессы, которые приводят к возникновению на поверхности контакта капиллярных и молекулярных сил притяжения [8].

Согласно ряду литературных источников для улучшения сцепления бетона со стальной арматурой чаще всего ориентируются на введение в состав бетона специальных добавок, таких, как противоморозные [6], суперпластификаторы [9] и др. На наш взгляд такой подход приводит к значительному расходу количества добавляемых материалов для достижения требуемой концентрации в бетоне, а также непредсказуемости влияния этих добавок на свойства самого бетона. Поэтому целью данной работы являются исследования, направленные на разработку состава антикоррозионной композиции, который позволял бы не только осуществлять эффективную защиту арматуры от коррозии, но и существенно усилить сцепляемость